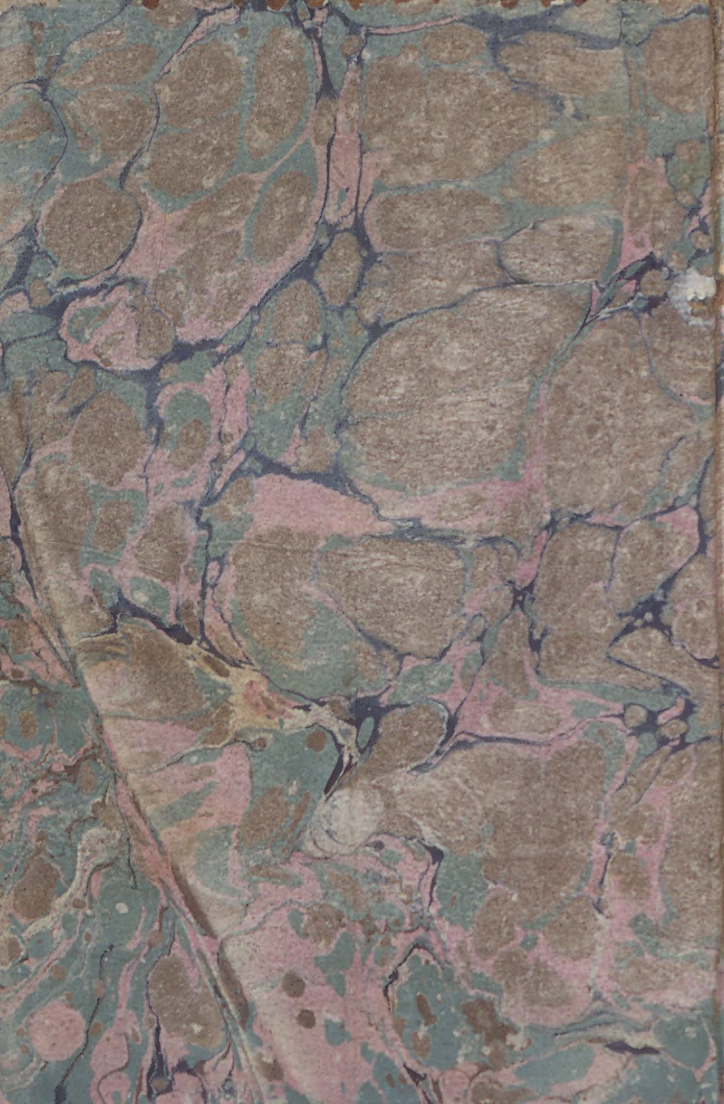
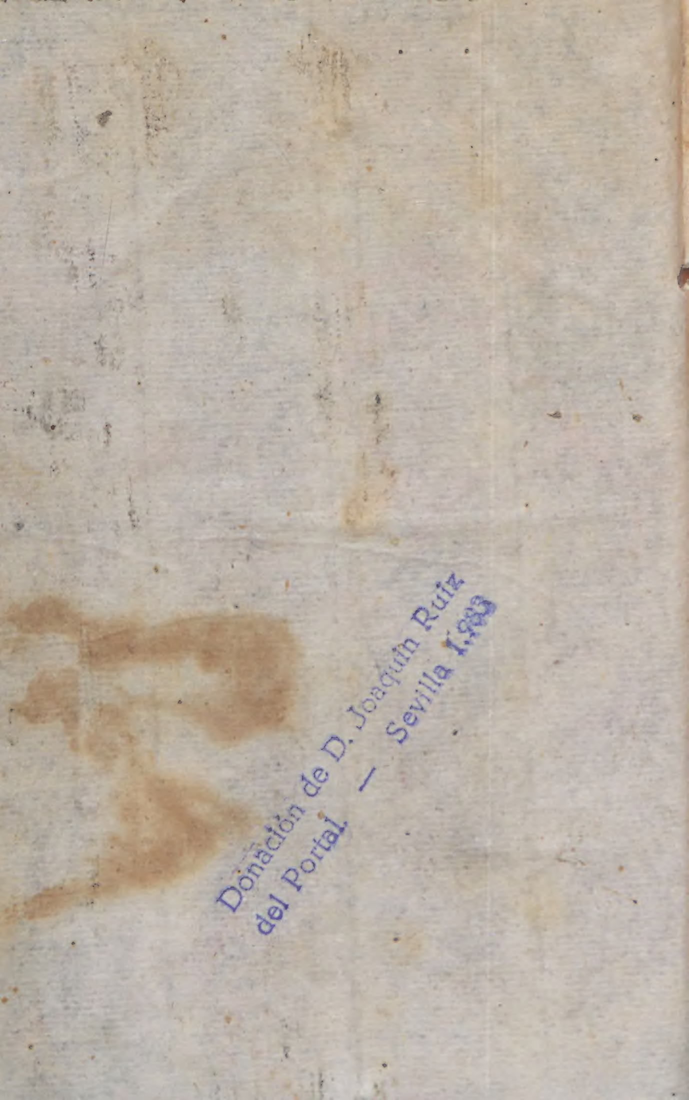








INSTITUTIONUM ELEMENTARIUM PHILOSOPHIÆ

AD USUM STUDIOSÆ JUVENTUTIS

AB ANDREA DE GUEVARA
ET BASOAZABAL,
GUANAXUATENSI PRESBYTERO.

TOMUS QUARTUS,

COMPLECTENS

PHYSICAM PARTICULAREM.



MATRITI
EX TYPOGRAPHIA REGIA.
1829.

PHYSICAE PARTICULARIS PROLEGOMENA.

"Dictum est de universo mundo: dictum est etiam de sideribus, ut jam propemodum appareat multitudo rerum" quasi universalibus subjecta legibus, quibus universa natura administretur. Nunc ad peculiares naturas contemplandas descendere oportet, ut ex "naturis his, ex quibus omnia constant, sursum, deorsum, ultrò, citròque commeantibus, mundi partium conjunctio contineri, ostendatur (de Nat. D. l. 2)." Ex quo magnus ille animi fœtus existet, in cognitione rerum positus, et in explicatione naturæ. Quo tandem igitur gaudio affici necesse est hominis animum cum his habitantem, pernoctantemque curis? Ut, quum totius mundi motus, conversion[illegible]e perspexerit sideraque viderit innum[illegible] ciaa, [illegible] hærentia cum ejus ipsius mot[illegible] ucid[illegible], [illegible] clipses obse[illegible] tis infixa sedibus; octo alia su[illegible] bstan[illegible] [illegible]e [illegible] que tenere cursus, multum inter se aut altitudine aut humilitate distantia, quorum vagi motus ra[illegible] tamen et certa sui cursus spatia defin[illegible] [illegible]lterum nimirum adspectus impulit il[illegible] [illegible]penda[illegible] et admonuit ut plura quærerent. Inde [illegible]stanta[illegible] dagatio nata [illegible]nitiorum, et tanquam semin[illegible]; unde essent omnia orta, generata, concreta: quæque cujusque [illegible]eneris vel inanimi vel animantis, vel muti, vel loquentis origo: quæ vita, qui interitus, quæque ex alio in aliud vicissitudo, atque mutatio: unde terra, et quibus librata ponderibus, quibus cavernis maria

sustineantur; in qua omnia delata gravitate medium mundi locum semper expectant, qui est idem infimus in rotundo.

Hæc tractanti animo, et noctes et dies cogitanti existit illa præcepta cognitio, ut ipsa se mens cognoscat, conjunctamque cum divina mente se sentiat, ex quo insatiabili gaudio compleatur. Ipsa enim cogitatio de vi et natura rerum *à Deo mirabili æconomia disposita* studium incendit illius æternitatis imitandæ: neque se in brevitate vitæ collocatam putat, quum rerum causas alias ex aliis aptas, et necessitate *consequente* nexas videt. Hæc ille intuens atque suspiciens, vel potius omnes partes orasque circumspiciens, quanta rursus animi tranquillitate humana ex citeriora considerat? Hinc illa cognitio virtutis existit: eflorescunt genera, partesque virtutum: invenitur, quid sit, quod natura spectet extremum in bo-[illegible] ma[illegible] lis ultimum, quo referenda [illegible] legendæ ætatis ratio deligenda. Quibus et [illegible] rebus exquisitis hoc vel maximè efficitur, quod hac studiorum ratione [illegible]us, ut virtus ad beatè vivendum sit se ip-[illegible]ta." Tusc 5, c. 24, et seq.

[illegible] ut recto ordine procedamus, ab [illegible] lioribus ad magis contracta descende-[illegible]: quarè primum de luce, quæ per omnem ferè naturam pervagatur; deindè ad aerem, qui ad fontem lucis propius accedit; postea ad ignem, cujus principia à luce et aere derivantur, è quibus ad aquam, terram, atque ad ea, quæ ab ipsa educantur, plantas, animalia denique gradum faciemus.

DISSERTATIO I.

DE LUMINE.

CAPUT PRIMUM.

DE NATURA LUMINIS.

§. I.

De Luminis substantia ac propagatione.

1 Lucis nomine substantiam intelligimus, cujus præsentia corpora ob oculos posita nobis conspicua fiunt, illaque absente, è nostro conspectu eripiuntur, perindè ac si non adessent. Verum ante omnia, corpora *lucida*, *opaca* [illegible]*phana* distinguere oportet. Lucid[illegible], [illegible] pus, si luminis radios è sua substa[illegible] [illegible]ue diffundat. Opaca vocamus corpora, quæ in sua superficie recipiunt lumen, illudque remit[illegible]tunt, quin eodem intrinsecus clarescant. [illegible] tra verò corpus diaphanum substant[illegible] [illegible]lterum imitatur, quasi ab ea intimè penetrat[illegible] [illegible]pendat, tumque pellucidum tempore illustratio[illegible] [illegible]stanta-paret; qua cessante, velut corpora opaca invi-sibilis redditur. Lucis radius est linea illa tenuissima particularum, seu vibrationum ab objecto lucente ad oculum propagata: quæ si à corpore lucido linea recta proveniat, erit ra-

dius *directus*: sin verò prius in opacum incidat, ac ab eo ad oculum transmittatur, radius erit *reflexus*. Radios *convergentes* appellamus, qui ab eodem corpore lucido profecti, magis ac magis invicem accedunt: *divergentes* contra, qui continenter recedunt: *paralleli ubique* eamdem distantiam observant, saltem ad sensum.

2 Sunt, qui lucem à lumine distinguant, vocabulo lucis eam qualitatem intelligentes, qua corpus lucidum redditur; lumen autem appellant emissionem illam à corpore lucido profectam, quaquaversus propagatam, atque à corporibus opacis reflexam, vi cujus omnia illuminantur, et conspicua nobis fiunt. Nos utrumque nomen tamquam synonimum usurpabimus, nullo discrimine utrumque adhibentes. Fuerunt, qui lucem velut substantiam quamdam mediam inter corpus, et spiritum ducerent, aut veluti spiritualem quamdam naturam conciperent; quod quantum à recta ra[illegible]t, sequentia luculenter ostendent. Neq[illegible]n medium inter corpus et spiritum, seu rem immaterialem inveniri posse, res est manifesta: ceterum etiamsi hoc daretur, lu[illegible]n e[illegible]sse verum corpus ex sequente prop. pa[illegible]t.

P[illegible]rop. I. "Lumen est verum corpus, ve[illegible]c[illegible]teræ substantiæ materiales, quæ in regno corporeo comprehenduntur." Prob. Lux sensus nostros afficit, modificat, in corpora agit, ab ipsis afficitur, congregatur, disjungitur, cetera; ergo est verum corpus: *tangere enim et tangi nisi corpus nulla potest res*, ut

fert vulgatissimum inter philosophos axioma. Antecedentis probationes tot allegabimus, quot propositiones, phænomena, experimenta in sequentibus producemus: quare nihil est, quod in re adeò perspicua diutius immoremur. Lux quidem corpus tenuissimum est; attamen corpus, ut est aer, ceteræque materiæ in exilissimas particulas dilutæ.

4 Prop. II. "Lucis propagatio instantanea non est, sed successiva; etiamsi celeritate maxima ac penè incredibili hæc transmissio fiat." Prob. Astronomorum observationibus ex eclipsibus jovialium satellitum constanter animadvertitur, præsertim in intimo satellite, cujus immersiones, ac emersiones in umbram planetæ primarii frequentissimæ sunt; Jove in perigæo existente, discrepare ab ipso in apogæo versante immersiones per horæ quadrantem à tempore, quo notantur in tabulis cassinianis, in quibus nulla fuit habita ratio propagationis successivæ luminis: qua computata, mirabilis consensio inter prædictionem et eclipses observatur. Itaque de successiva propagatione luminis locus dubitandi amplius non est: nam quum locus apogæi à loco perigæi distet per totam annuæ orbitæ diametrum, ab uno ad alterum punctum horæ quadrantem lumen impendat, necesse est; quod non contingeret, si instantanea foret lucis propagatio: tum enim eo momento, quo satellex immergitur, aut emergit, observaretur ejus immersio, aut emersio, quocumque demum orbitæ puncto contingeret, ut res ipsa docet.

5 Corol. 1. Propagatio lucis à sole ad terram ferè octo minutis, aut septem cum dimidio ex prædicta observatione fieri deducitur. Nam sol collocatus est in centro orbitæ annuæ, aut parum ab ipso remotus, computata excentricitate illius à centro ellipsis; quarè si in percurrenda integra diametro lux quadrantem horæ impendit, in illius semidiametro peragranda dimidium temporis impendet, seu minuta septem cum dimidio. Idcircò solem orientem et obeuntem post octo ferè minuta videmus, qui defectus in oriente compensatur à tempore, quo in occidente ejus lumen comparet; undè ex hoc capite nullum detrimentum accipimus.

6 Corol. 2. Quum motus luminis æquabilis sit, idem tempus in percurrendo quolibet æquali spatio insumet: quamobrem distantia stellarum à nobis, quam per distantiam nostram ab sole computamus, dabit tempus, quo talis fixa, puta Syrius, lucem suam ad nos transmittit. Ponatur distantia Syrii à tellure esse 400,000 semidiametris orbitæ, seu distantiæ solis à tellure æqualis, multiplicato hoc numero per 8, prodit 3,200,000 minut. sive horæ 53,333, quæ componunt 2222 dies, seu ferè sex annos, ut lucem à Syrio ad nos transmissam videamus ex Euleri calculo. Unde Adamus, nisi Deus miraculo novo stellas conspicuas in momento suæ creationis reddidisset, celeritatem luminis augendo, easdem tunc videre non potuit. Verum assumpta Maskelini opinione (Phys. Gen. 496) Syrio concedentis annuam pa-

rallaxim 15 sec. Syrius tantum à nobis distabit 27,500 semidiametris orbis annui, quod dies 143¼ requirit ad luminis è Syrio ad nos propagationem. Imò Boschovichius etiam pro his stellis, quæ nulla parallaxi annua insigniuntur, tres annos circiter ad luminis propagationem requirit. Quam diversitatem supputationum à numero semidiametrorum, qui in calculo assumitur, provenire, perspicuum est. Ceterum, ut ipse Boschovichius notat, si Deus miraculo fixarum remotissimarum lumen statim ad terram non adduxit, fieri posset ut post sex annorum millia videri inciperent, et haberentur pro stellis novis.

7 Corol. 3. Propagatio lucis sive ab stellis, sive à sole, sive à planetis reflexa, aut ab igne producta consideretur, eodem temporis spatio fit; quin ulla ratio aut experimentum contrarium evincat. Quare tuto propositionis assertum ad omne genus propagationis luminis extendere possumus, nullo habito respectu ad ignem terrestrem, aut cœlestem Quantum enim hactenus de propagatione lucis artificiosè à nobis excitata experimentis tentatum fuit, mirè consentit cum celeritate lucis solaris: ut quotidie in explosione tormentorum bellicorum observatur, quorum incendium plura secunda ante fragorem conspicitur: momento scilicet, quo editur conflagratio.

8 Corol. 4. Posita horizontali solis parallaxi $10\frac{1}{2}$ secundorum, sive distantia solis à tellure 20,000 semidiametris terrestribus æquali, lumen singulis semiquadrantibus percurrit spa-

tium æquale 20.000 semidiametris terrestribus, quarum singulæ 4000 milliaria comprehendunt: unde intra tempus 450 secund. percurrit milliaria 80,000,000; quod pro quolibet minuto secundo dat 177,777 milliaria cum aliquo residuo, ut per regulam auream instituenti proportionem patebit. Quod si hæc distantia assumpta justo minor fuerit, lucis pernicitas adhuc major deducetur.

§. II.

De natura luminis.

9 Maxima inter physicos dissensio exoritur in definienda natura lucis, et modum ejusdem emissionis exponendo. Quidam putarunt esse accidens quoddam, absolutum à luminoso corpore productum, diaphana corpora permeans. Cartesius mundum replens materia subtili secundi sui elementi, eam ait à corpore lucido excitari, ac per contiguitatem globulorum sensationem luminis ad nos transmittere, veluti si inter oculum et solem quædam series globulorum intercederet, quæ ab intestino motu corporis solaris accensi continuis pulsibus agitaretur, ex quo sensatio lucis et corporum ab ipsa illuminatorum momento temporis oriatur. Newtonus antiquam Democriti, Epicuri, aliorumque sententiam de particulis igneis ac lucidis è corpore ignito effluentibus, atque ad nos transmissis propugnavit,

cujus opinionem amplexati newtoniani omnes, lumen emanationem esse a corpore lucido circumquaque diffusam, maxima ut fit contentione tuentur. Aliam viam tenent Hauserus, Monteirus, ac Eulerus, cum quibus ferè consentit Ludenna: lucem ætherem esse purissimum asserentes, actione corporum ignitorum agitatum, cujus ope corpora opaca inclarescant, ut fusius infrà exponetur. Quid nos? Sequentibus propositionibus, quæ similiora vero putamus, exponemus.

10 Prop. I. " Sententia Cartesii, globulorum materiam secundi elementi pro luce intrudentis, gravissimis difficultatibus opprimitur." Nam 1. lucis propagatio successiva est, atque octo ferè minutis à sole ad nos descendit. Cartesius autem instantaneam illam esse asserit: ergo ex hoc capite jam corruit ejus opinio. 2. Cartesius globulos perfectè duros ponit, nullumque vacuum in natura admittit; quod evidenter falsum esse ipsa lucis subtilissimæ, elasticæ, ac rarissimæ natura ostendit. 3. Illuminatio, etiam absente sole, per universam superficiem terræ ac planetarum extenderetur, quum actio solis vibrationes suas exercentis in globulos ad omnia latera extendatur, atque adeò etiam ad partem ubi sol præsens non est, illuminatio extendi deberet. Sanè natura fluidorum hæc constanter observatur, ut in pressione quaquaversus actionem suam diffundant (Phys. Gen. 316): quare premente globulos corpore lucido, illuminatio non tantum linea recta, ut nunc fit, sed in omnem, ut ajunt,

sensum fieri deberet; ob idque continenter à sole illuminaremur: quod si foret, plena luce cœcutiremus, ut nocte fit.

11 Prop. II. "Emanationis systema non levioribus urgetur difficultatibus, quidquid pro illis emolliendis tentaverint newtoniani." Si sol, inquit Eulerus, continenter quaquaversus torrentes materiæ luminosæ magno impetu diffunderet, qui prodigiosam illam rapiditatem imprimeret, solis materia brevi tempore exhauriri debuisset, certè quædam in corpore solari diminutio observaretur; quod experientiæ constanti adversatur. Fons quidem perennis aquam quaquaversus effundens, eo celerius siccaretur, quo majore impetu aquas emitteret, non aliter portentosa illa celeritas qua sol radios suos jaculatur, brevi tempore ipsum consumere debuisset. Neque juvat raritatem lucis radiorum pro libito augere: systema enim æquè repugnans invenietur. Minus etiam dici potest, hanc emanationem non fieri ab omnibus disci solaris partibus, neque secundum omnes directiones: in quocumque enim loco simus, integrum solem videmus, quod perspicuè ostendit, ejus radios ex singulis circumferentiæ punctis ad oculum evibrari. Quamobrem hæc lucis emanatio valdè diversa est ab effluxu fontis versus omnem plagam aquas projicientis. Hic enim jactus aquæ egreditur ex hoc puncto, ut ad aliud punctum dirigatur, neque ex eodem foramine diversi jactus proficiscuntur, quum in sole ex quolibet superficiei puncto infiniti ferè radii versus omnes plagas diffundantur: quod

tantum sufficeret ad solis materiam in immensum dissipandam.

12 Verum est et aliud maximum inconveniens, quod quidem levioris momenti certè non videtur: nimirum radios lucis non tantum sol, verum stellæ etiam innumeræ continenter ejaculantur: quumque versus omnem plagam ferantur, quonam impetu se se non protrudent? quanto etiam directionem mutabunt? Hæc quidem radiorum decussatio in omnibus corporibus luminosis, quæ simul concipiuntur, locum obtinet; et nihilominus quodlibet cernitur distinctè, nullumque ab aliis capit detrimentum: quod perspicuè ostendit, plures radios per idem punctum posse transire, quin distrahantur; quod cum emanationis systemate conciliari non posse videtur. Et quidem si duo aquæ jactus invicem collidunt, à directione propria flectuntur: ex quo id perspicuè descendit, motum radiorum lucis prorsus differre à motu jactuum aquæ, aut alterius materiæ ejaculatæ. Huc adde, quod si corpora diaphana consideremus, per quæ radii luminis liberè quaquaversus permeant, hujus systematis propugnatores sustinere coguntur ipsorum poros ad lineam rectam esse dispositos, quæ è singulis superficiei punctis secundum omnes permeant directiones; quoniam nulla est linea, per quam non transeant radii solares summa velocitate, quin obstaculum offendant. Quod quidem spongiosa admodum fecere corpora diaphana, quum valdè solida esse nobis constet. Denique ut visio in nobis perficeretur,

opus esset, ut radii ea celeritate in oculos impingerent, ipsorumque substantiam penetrarent, qua objecta contuemur: quod nescio, an illæsa pupilla fieri possit. Quæ omnia incommoda satis ostendunt emanationis systema in natura rerum locum habere non posse; et quod mirandum magis est, insistit Eulerus, illud ab homine adeò insigni inventum fuisse, atque à tot illustribus philosophis adoptatum. Verum jam Tullius notaverat, nullum esse absurdum, quod à philosophis non sustineatur. Quod ad me attinet, parum in philosophicis profecisse fateri non erubesco, qui hujusmodi opinamentum non amplector. Epist. philos. tom. 1. Epist. 17.

13 Deinde epistola sequente exponit Eulerus, quænam fuerit potissima ratio, quæ Newtonum impulit, ut systema emanationis adoptaret. Cartesius quidem, ut suam opinionem sustineret, totum cœlum materia subtili implere debuit, intra quam et cujus impulsu omnia cœlestia corpora moverentur. Verum vorticum commentum cum Newtoni principiis minimè cohærebat, et quæcumque materia etiam fluidissima interponatur, quamdam resistentiam motui planetarum opponere debebat, quæ ipsum retardaret. Unde satis judicavit omne spatium perfectè vacuum statuere, ut suis planetis liberrimus esset motus, cujus veras leges mira ingenii dexteritate statuerat. Enimverò ex emanationis systemate contrarium prorsus eruitur; spatia nimirum cœlestia pleniora esse, quam si materia subtili Cartesii compleantur.

Nam non à sole modo immensi luminis torrentes quaquaversus continenter effunduntur, verum ab innumeris etiam stellis eadem celeritate radii luminis ejaculantur, ac versus omnes plagas diversissimis directionibus feruntur. Moles igitur planetarum spatia cœlestia transmeando, materiam luminosam offendunt maxima agitatione quassatam, quæ ipsorum motus magis turbare debet, quam alia materia nulla concussione commota. "Unde allatæ hactenus rationes, concludit Eulerus, ad rejiciendum hujusmodi absonum emanationis systema nos compellunt, quæcumque sit auctoritas philosophi, qui ipsum concinnavit. Magnum quidem ingenium Newtoni, atque adeo ex sublimioribus, quæ etiamnum orbis aspexerit, ipsiusque scientiam arcanorum naturæ profunda penetratione insignitam, et nos et omnis ventura posteritas jure optimo demirabitur. Ipsius tamen hallucinationes humanæ imbecillitatis documento nobis erunt: quæ quum ad summum, quod mortalibus liceat conscendere, fastigium se extulerit, facili negotio in crassiores delabitur errores. Quæ quum ita sint, nosque proni simus in hujusmodi præcipitia corruere, dum mundi hujus visibilis phænomena sensibus nostris exposita inquirimus; infelicissimi certè quidem essemus, si Deus nos nobismetipsis permisisset, ut ea, quæ ad nostram salutem æternam spectant, investigaremus. Quamobrem in maximo hoc negotio prorsus necessaria revelatio nobis erat, cujus ductum maxima veneratione prosequi debemus: quum-

que aliquot veritates nobis ocurrunt, quæ incomprehensibiles videantur; imbecillitatis nostri ingenii meminisse oportebit, quod etiam in rebus aliis, quæ intra sphæram nostrarum cognitionum comprehenduntur, sæpissimè labitur. Quum audio hos, quos *spiritus fortes* vocant, veritates nostræ Religionis per summam arrogantiam dijudicantes, et contemnentes, mecum ipse loquens, ajo: Proh miseri mortales! Hujusmodi mysteria, de quibus vos adeo petulanter disseritis, immensum altiora ac sublimiora sunt, quam ea, in quibus magnus Newton miserè deceptus est!" Doctissimi hujus nostri sæculi philosophi et mathematici verba in latinum sermonem conversa transcribere placuit, ut nostræ juventutis menti altè infigantur, et cum sciolorum hujus ætatis irreligiosis scriptis conferant.

14 Prop. III. "Lucem in ætheris tenuissimis particulis à corpore luminoso continuis vibrationibus agitatis consistere, illa videtur sententia, quæ minoribus urgeatur difficultatibus." Sanè ætheris existentiam ipse Newtonus admittit in Optica sua, quin ullum detrimentum ab ipso motibus planetarum pertimescat. Neque ullum adesse potest corpus aliud, in quo lucis natura ponatur, si emanationis systema de medio tollitur, quod quum gravissimis argumentis opugnari modo ostenderimus, hoc unum restat, ut lucem in tenuissimis particulis, quas *ætheris* nomine donare possumus, consistere asseramus; saltem dum melius aliquid non occurrit, quod intricatissimam hanc quæstionem

meliore luce perfundat. Hujus autem ætheris naturam ita possumus concipere. 1. Æther fluidum quoddam est velut aer, sed longè tenuissimum, subtilissimum, ac nulla ferè resistentia, aut pondere donatum; quoniam per ipsum corpora cœlestia liberè meant, quin ipsorum motibus sensibilis resistentia ab eo opponatur. Nam, Eulero computante in tractatu de *Relaxatione motus planetarum*, densitas aeris ad densitatem ætheris est ut 400.000,000 ad 1; massa autem telluris ad massam aeris comparata, est ut 8000 ad 1; ex quo deducit laudatus mathematicus, anni periodum, seu telluris cursum quinque minutis secundis retardari debere singulis sæculis; quod ferè observationibus adamussim respondet. Ex eodem computo imminutionem excentricitatis terrestris minuto secundo respondere singulis sæculis, etiam efluere ostendit; quum ab antiquis major excentricitas telluris, quam quæ nunc observatur, assignetur. Hæc autem tantum insinuare sufficiat, quoniam hujusmodi calculi à nostro instituto prorsus aberrant.

15. 2. Æther elasticus est, cujus elasticitatis beneficio, quacumque penetrare nititur, et dilatari, ubi spatia vacua invenerit, quo se diffundat: unde dum loco pellitur, ab æthere proximiore ejus locus occupatur. Imò atmosphæram nostram, corporaque omnia intimè penetrat, ubi poros inveniat, in quos se insinuet: quumque maxima pars corporis vacuolis, seu poris interspersa sit, ab æthere intime penetrari res ipsa monet. Neque hæc proprietas

ætheris pugnat cum vacui sententia, quam in Physica generali asseruimus: ipsa enim maxima ætheris raritas manifestè ostendit, vacuum in natura dari; quippè si nullum spatium vacuum ipsius particulæ interciperent, omnium corporum densissimus foret æther, ut luce clarius est. Invictum quippè est argumentum Lucretii alibi expositum, si nullum est in natura vacuum, sed omnia materia plena sunt, omnia pariter æquè densa ac ponderosa sint, oportet. Quare plenitudo ætheris vacuum à nobis assertum nullo modo pessundat; imò illud confirmat, atque ex ejus raritate vacui existentia comprobatur.

16 *Hypothesis.* Ætheris elasticitas elasticitatem aeris longè superare debet, ab eaque fortassè pendent plura phænomena, quæ aeris elasticitati tribuuntur. Verum ad præsens institutum satis est ponere, ætheris seu materiæ lucis elasticitatem, alteram aeris longè superare; esse tamen fluidum per omnia ferè simile aeris atmosphærici, tantumque subtilitate atque elasticitate majore ab illo differre. Ex qua similitudine lucis proprietates explanare tentabimus, ut ea, quæ in aere fiunt, ex constanti physicorum experientia et confessione ab ejus fluiditate atque elasticitate descendunt, ad lucem transferamus. Nam ab hisce qualitatibus aer redditur aptus ad excipiendas vibrationes corporis sonori, easque in orbem ad magnas distantias transmittendas: ut infrà, ubi de sono agemus, fusius explicabimus. Quoniam igitur aeris vibrationes sonum undique diffun-

dunt, ætheris etiam oscillationes lumen circumcirca propagabunt. Unde à sole ad nos id venit, quod ab ære pulso ad nostras aures defertur: in primo scilicet casu vibrationes ignis solaris ad nos transmissæ, in altero percussiones aeris ad tympanum auditus delatæ. Neque timenda in allata expositione transmissionis lucis aliqua materiæ solaris dissipatio; quemadmodum in ære campano nulla provenit ipsius substantiæ à sono diminutio. Quod quidem ad omnia alia corpora luminosa, à quibus lucem mutuamus, extendere oportet: quoniam effectum naturalium ejusdem generis eædem sunt causæ: ubi constat ejusdem esse generis, nullaque ambiguitas in effectibus observatur (Phys. Gen. 10); ut hic evenire ab omnibus, quamcumque de lumine sententiam amplexantibus, admittitur.

17 Verum oppones. In igne, facibus, ceterisque corporibus ignescentibus sensibilis est substantiæ dissipatio, et consumptio: idem ergo in sole continget. R. *neg. cons.* Ignita corpora minimè à lucis transmissione destruuntur, ac dissipantur, sed ab intestinarum particularum separatione ob ignem conceptum; quod fumus, scintillæ, ac insensibilis per aerem materiæ evaporatio satis ostendunt. Quare si hæc particularum dissipatio impediri posset, corpora ignita lucerent, quin consumerentur. Hoc in mercurio felici successu tentatum est, quem arte lucidum efficiunt, quin ulla pars ejusdem substantiæ dissipetur: satisque ostendit, lumen à corpore lucente produci posse nulla ipsius

substantiæ emanatione, transmissione, aut interitu. Sol itaque mundum illuminat continentibus materiæ æthereæ vibrationibus; quin ullam particularum sui corporis ad nos transmittat: quæ si aliquo modo dissipantur ab interno ignis motu ipsas disjicientis, iterum ad ipsum relabuntur: ut in vaporibus terrestribus fieri videmus. Quare integra semper remanet ejus substantia, quod in emanationis systemate locum non habet.

18 Corol. 1. Ex hactenus exposita ætheris subtilitate, ac elasticitate spontè descendit mira propagationis lucis velocitas, ac talis phænomeni facilis explanatio. Nam si propagationem soni cum lucis diffusione comparemus, hæc 900,000 velocior altera invenietur, quæ 1000 ped. quolibet minuto secundo percurrit. Et quidem hujusmodi celeritas lucis in emanationis systemate arcanum est inextricabile, quum nulla adsit causa, à qua tanta vis generari queat. Hypothesi autem præjacta semel admissa, celeritas lucis naturalis effectus, ac necessaria consequentia est raritatis atque elasticitatis ætheris. Fac aerem densitate minui, elasticitate augeri ea proportione, ut per omnia æquè densus ac elasticus, ut æther evadat; procul dubio sonus eo tempore propagaretur, quo lumen ad oculum transmittitur.

19 Corol. 2. Velocitas lucis eodem tempore, proportione servata, à sole, stellis, planetis, et quocumque corpore lucente in hac hypothesi propagatur. Hæc necessaria consequentia est fluiditatis, ac elasticitatis ætheris. Omnia

enim fluida ad æquilibrium componuntur (Phys. Gen. 331); quare si alicubi contingeret ætherem addensari, aut rarefieri; particulæ viciniores accurrentes, statim æquilibrium restituerent: ita ut per omnia mundi spatia, per quæ ætherem, seu lucem diffusam concipimus, materia lucis æqualis ubique densitatis, ac elasticitatis invenietur. Unde è quocumque spatii puncto corpus lucens vibrationes in ætherem exerceat, æquabili motu ad nos transmitti debent, et propagari; ac eadem proportione, qua à sole lux ad nos transmeat, ab stellis etiam descendet, ac propagabitur.

20 Corol. 3. Lux à corpore lucente percussa, perinde ac sonus, in orbem diffunditur, vibrationes transmittens, eo modo, quo è corpore sonoro oscillationes in circumstantem aerem imprimuntur, ab eoque in partes proximiores, ab his in minus proximas, deinde ad remotiores transmittuntur. Et quidem in corpore lucente, puta candela accensa, motum incitatissimum animadvertimus, quo ejus particulæ inflammatæ, agitantur, ac pernicissimè moventur: quæcumque demum sit causa hujus intestini motus in sole, ac lucidis corporibus, quam prorsus ignorare candidè fateri debent nobiscum cujuscumque opinionis assertores. Hinc facilè concipitur, cur nulla sit pars, seu punctum sensibile in spatio, quo vibrationes ætheris pertingunt, quod illuminatum non appareat, si oculus inibi collocetur, ita ut ex illo objectum lucidum aspiciatur; ut evenit in corpore sonoro, cujus strepitus ubique auditur,

dum auris intra sphæram vibrationum collocatur.

21 Corol. 4. Lumen per lineas rectas in orbem propagatur, quarum centrum est corpus ipsum lucidum ætherem seu materiam lucis repercutiens. Corpus siquidem lucidum est centrum oscillationum, quas in orbem diffundens, veluti totidem lineas, seu radios sphæræ è centro ad circumferentiam ductas, concipere possumus, ad instar corporis sonori vibrationes undique imprimentis, quarum ipsum centrum occupat. Ex quo id aliud pariter descendit, hujusmodi oscillationes, ac luminis intensionem eo magis debilitari, quo à centro, seu corpore lucente recedunt; ut ostendimus art. 209 Phys. Gen. in sphæra enim superficies sunt in ratione duplicata radiorum (Math. 423); quare dum radii crescunt, vibrationum vis decrescit, ac debilitatur in ratione radii, seu distantiæ: quod idem importat, ac lucis intensionem in ratione inversa duplicata distantiæ à centro computari. Quamvis enim lucis motus æquabilis sit, dum per plures particulas diffunditur; tamen superficies concentricæ corporis vibrationes recipientis augentur, atque adeo intensio luminis in plures partes distracta, ac distributa, decrescit eundo, seu in ratione radii à centro corporis luminosi distantiam computando. Quare planetæ soli viciniores vividius illuminantur; remotiores lumen magis dilutum, ac remissum ab ipso mutuant. Quumque ab hac intensione radiorum caloris intensitas oriatur, remotiores minus, proximiores magis calefiunt:

punctum autem intensioris luminis est ipsum centrum illuminationis, seu corpus lucidum veluti punctum consideratum, ex quo in orbem radii propagantur.

22 Corol. 5. In hac hypothesi commodè sacri libri Genesis exponitur narratio, in quo lucem primo die creatam historicus sacer scribit, dum solis creationem ad quartam diem rejicit, quod non parum negotii expositoribus S. textus facessit. Deus nimirum primo die materiam lucis per universum orbem disposuit, quaquaversus eam diffundens, ac motum imprimens, quo ut nunc fit à sole et stellis, conspicua fieret; die tamen quarta systema integrum sole ac planetis instructum suis locis collocans, ad eum, quem nunc obtinent ordinem, concinnavit, perpetuisque legibus obtemperare jussit.

Argumenta contra hypothesim, seu theoriam lucis.

23 Arg. 1. Si lux non per emanationem, sed per vibrationes materiæ lucidæ transmittitur, perpetua erit illuminatio, etiam absente sole, aut corpore opaco interposito: hoc autem perspicuè falsum est; ergo et positio, unde deducitur. *Prob. maj.* Corpus sonorum in exemplum à nobis assumptum in orbem oscillationes transmittens, etiam obice interposito, auditur, quia etiam ad latera percussiones communicat; eadem omnium fluidorum est proprietas: ergo idem in corpore lucente eveniret. R.

neg. maj. cujus probationem *dist.* corpus sonorum oscillationes motu respectu motus lucis lentissimo transmittens auditur etc. *conc. ant.* motu pernicisimo, ut in luce fieri ostendimus, *neg. ant.* Quod si sonus ea celeritate propagaretur, qua lucis oscillationes peraguntur, idem in sono, atque in lumine fieri experimur, eveniret: sonus videlicet linea recta tantum transcenderet, quin ad latera auscultaretur. Exemplo res clarescet: si glans plumbea sclopo projecta perforet laminam ferream in summitate turris positam, nec minimum ab sua directione movetur lamina, si vero hæc percutiatur lapide manu projecto, celerrimè in orbem concutitur. Neque dubitandum, quin si idem tentari posset, in fluidum quodcumque pilam dirigendo, ut fit in vexillum ferreum in turribus collocatum, partes contiguæ fluidi vel minimum commoverentur. Cohæsio enim fluidi multò minor est, quam compacti corporis; utriusque partes, præsertim in ferro sunt validissimo vinculo colligatæ, ut vel etiam manibus palpamus. Quare igitur ferrum trajiciatur, ipsius partibus invicem separatis, quin motus ipsi sensibiliter communicetur, in fluido verò facillimè motui cedente, idem non contingeret, eo momento quo partes avelluntur? Fluidi itaque partes immotæ remanerent, ut in lamina ferrea glande trajecta. Scio postea ex æquilibrii legibus vacuum relictum à circumdantibus fluidi particulis repletum iri, quod in solido ob cohæsionem partium evenire non potest. Verum si vis illa, qua primò trajiceretur fluidum, in

ipsum ageret continenter immotum permaneret, quin partes circumfluæ locum vacuum occuparent, aut commoverentur.

24 Inst. Particulæ globulosæ catenatæ sunt, ac dispositæ ea directione, ut una disjecta reliquas ultro citroque impellere debeat: ergo motus in fluidis diverso modo imprimitur, atque in solidis. R. *dist. ant.* impellere debeat, dum impulsus vehemens non est, *conc. ant.* dum pernicissimo impetu abripiuntur, *neg. ant.* Et quidem majorem interesse cohæsionem in fluidi, quam in duri corporis particulis argumentum probaret; quod quum à ratione prorsus alienum sit, intentum non obtinere, perspicuum est. Neque globulosam illam figuram particulis luminis assignamus, ut nos ex hoc capite premat argumentum. Fluidus esse æther satis concipitur; quam figuram affectent ipsius elementa, globulosam cylindricam, pyramidalem, conicam, non facilè definietur. Quacumque tamen particulæ illæ sint forma donatæ, hoc etiam certum, vibrationes aeris in voce, fortius per lineam rectam, quam ad latera propagari, ut in concionantibus, aut tubis acusticis loquentibus observamus, quorum vox linea recta multo vehementius auditur, quam ad latera: ventusque per foramen portæ aut fenestræ receptus linea recta molestat, ad latus ne percipitur quidem.

25 Et sanè hoc experimento soni per foramen introducti utitur Newtonus, ut modo expositum argumentum urgeat, ac roboret, cui sic occurrit Eulerus in Opusc. Nova theoria

lucis et colorum Berolini an. 1746 edito. §. II. Neque verò hinc rectè colligitur diversissimam esse rationem propagationis luminis ac soni. Nam si hunc casum probè perpendamus, ne sonum quidem in conclave per foramen intromissum à sua primitiva directione tantopere diffundi, totumque conclave adimplere deprehendetur. Certum quidem est, hoc casu sonum in omnibus conclavis angulis æquali vi exaudiri, quod in lumine secus evenit: sed hinc nondum evincitur sonum à foramine per totum conclave dispergi, quod ita ostendo. Corpus sonorum perpetuò in ea directione judicamus, unde pulsus seu radii quasi sonori nostras aures percutiunt; atque vicissim isti pulsus ex ea directione ad nos pertingere censendi sunt, ubi corpus sonorum existere judicamus: jam verò nemo in angulo conclavis sedens corpus sonorum in ipso foramine collocatum judicavit; quod tamen fieri deberet, si sonus à foramine per totum conclave dispergeretur: ex quo luculenter sequitur, ne sonum quidem postquam per foramen in conclave est ingressus, inde secundum omnes directiones diffundi. Deinde etiam sonum non ideo in singulis conclavis angulis audiri, quod pulsus per foramen ingressi undique diffundantur; hinc manifestò colligere licet, quod etiamsi foramen obturetur, sonus nihilominus ubique in conclavi ferè æquè fortis audiatur. Perceptio ergo soni non foramini debetur, multòque minus ejus dispersioni, postquam per foramen est ingressus: quin potius hinc, uti ex aliis plurimis observationi-

bus cognoscimus, sonum per ipsos conclavis parietes penetrare, atque ob hanc causam sensum auditus excitare. Parietes scilicet atque muri respectu sonorum similia sunt corpora, atque vitrum aliaque corpora pellucida respectu luminis, similique modo sonus in conclavi ubique exauditur, quo lumen quoque in conclavi, cujus omnes parietes essent pellucidi, ubique cerneretur. Casus igitur iste à Newtono allatus nihil prorsus confert ad dissimilitudinem inter propagationem lucis et diffusionem sonorum probandam. Nam ut utrinque par ratio fuisset, pro sono ejusmodi conclave eligere debuisset, cujus parietes sono non fuissent pervii, ita ut sonui nonnisi per foramen introitum tribuisset. Hujusmodi scilicet conclave requireretur ad judicandum, utrum sonum postquam per foramen est ingressus, in omnes plagas diffunderetur, an non. Tale autem conclave parare summoperè difficile videtur.... tamen asseverare ausim, experimentum ex voto successurum, sonumque in hujusmodi conclavi in ea solum directione, unde venerat, sensum auditus esse excitaturum, similemque eventum ei, qui in radio lucis per foramen in cameram obscuram intromisso observari solet. Si enim sonus se in tali conclavi ad latera diffunderet, ob eamdem quoque rationem sese in aperto aere ubique quaquaversus dispergere deberet; quod quum in casu posteriori non eveniat, ne in priore quidem, etiamsi experimentum instituere non liceat, fieri poterit. Videmus enim in aere aperto sonum à corpore so-

noro undique secundum lineas rectas propagari, neque usquam ad latera deflecti. Cujus propagationis quæcumque sit causa, necesse est, ut eadem quoque progressionem soni in conclavi ante memoratur moderetur.

26 Arg. 2. In hac hypothesi lux momento temporis propagaretur, ut Cartesius in sua de luce sententia propugnabat; at hoc et nos falsum esse fatemur: ergo et principium, undè deducitur. R. *neg. maj.* Cartesius pura pressione lucem communicari sustinuit, idque etiam exemplo baculi, in quo motus ab uno ad aliud extremum transferrur confirmabat. Ceteri autem cartesiani, aut affinem cartesianis cum Eulero hypothesim amplectentes, successivam lucis per verum motum translationis emissionem fieri contendunt; in qua facilius celeritatem propagationis impugnabis, quam instantaneam ostendas diffusionem. Neque etiamsi pressione propagatio lucis fieret, mihi persuadere possum, momentaneam in magna à sole ad nos distantia unquam fore illius emissionem. Captu enim arduum videtur, motum ab uno ad aliud elementum per 32 aut etiam 36 leucarum milliones nulla interposita morula transmitti; quod etiamsi verum foret in pressione contiguorum corpusculorum, in elastica ætheris natura se comprimentis, ac restituentis, aliquod brevissimum tempusculum intercedat, necesse est.

27 Arg. 3. Lux ejusdem naturæ est in corpore luminoso, ac in spatio intermedio, per quod ipsius radii permeant; nam per vitrum in modum lentis conformatum, perinde com-

burunt, ac si ad ipsum lucidum materia comburenda applicetur: ergo ab ipso emanant ac per medium interpositum transfunduntur. R. *omittendo majorem*, et concedendo ejus probationem; cujus phænomeni expositionem dabimus ubi de igne et combustione agemus. Potest tamen fieri, ut materia lucis utrobique eadem sit, quin ad nos è sole, aut ab igne ad corpus calefactum per translationem deferatur. Natura quidem lucis eadem utrobique erit; particulæ tamen, seu portio lucis, quæ effectum combustionis edit, eadem non erit. Sanè baculi pars, cui manus imprimit motum, non ea est, quæ ictum exercet, sed ab uno ad aliud extremum impulsus communicatur.

28 Arg. 4. Per foramen in charta acus cuspide perforatum integrum hemisphærium conspicitur, radiis lucis ex omnibus ipsius punctis per tenuissimum illud foramen permeantibus; quod etiam conclavi benè clauso in charta depingitur, si radii per foramen introducti in ea excipiantur: hoc autem phænomenon in nostra hypothesi transmissionis lucis explicatus difficiles habet; quum concipi nequeat, quomodo tot vibrationis decussatæ se se non elidant: ergo ad emanationem confugiendum est, ut illud exponamus. R. *neg. min.* Imò vel ipsa expositione phænomeni satis apparet, in emissionis systemate concipi non posse, quomodo innumeræ illæ particulæ incitatissima celeritate se se non deturbent, confundant, aut exitum inveniant. Dum vero radii lucis per foramen non coguntur transmeare, sed vibrationes solum

transmittunt per fluidum in foramine contentum, minor difficultas concipitur hujusce transmissionis. Et quidem in aqua quiescente videmus, immissis undique lapillis circulos innumeros formari se se ad omnes directiones mutuò secantes nulla confusione peripheriarum, oscillationibus quaquaversus se propagantibus.

29 Arg. 5. In hac hypothesi explanari non potest lux phosphorica, aut illa, quam corpora soli exposita concipiunt; quod tamen in emanationis opinione statim intelligitur: ergo hæc alteri præferenda est. R. *neg. ant.* Nam eo modo phosphori lucent, quo corpora ignigena; partes quippe in ejus intima substantia motu percientur intestino, quamvis magis remisso ut aliæ ignitæ materiæ, à quibus lux excitatur. Discrimen unum est in gradu accensionis, qui quidem etiam in corporibus incandescentibus varius est, pro majore quantitate *materiæ calorificæ* in eo introductæ, ut de igne et combustione agentes explicant recentes Chymiæ scriptores, quorum tentaminibus plura in hac physicæ parte inventa, atque illustrata sunt.

30 Arg. 6. Boschovich. Dissert. de lumine solari sequenti deductione probat, lumen ab initio mundi à sole perditum vix digitum cubicum æquare. En paucis ejus ratiocinium. Certum est lucem solarem ad nos transmissam rariorem esse luce auroræ borealis; eam quippe secum non abripit. Verum tenuitas auroræ borealis major est, quam nostræ atmosphæræ raritas ad distantiam 180 milliar. à terra, quoniam ad hanc altitudinem elevantur auroræ bo-

reales. Rursus atmosphæræ tenuitas in ea distantia raritatem aeris in superficie terrestri pluribus excedit vicibus, quam quæ unitate cum 72 cyphris exprimantur; quod ex progressione qua aer ascendendo rarescit, ostenditur. Verum aer ferè millies rarior est, quam aqua, adeoque lux rarior erit aqua, plus quam unitate cum 75 cyphris exprimatur: quare digitus aquæ continet plus materiæ, quam digitus luminis, ea proportione quam enuntiat unitas cum 75 zeris; ut autem tot digiti luminis à sole emittantur, quot unitas cum 75 zeris exprimit, eruitur numerus sæculorum major, quam unitate 28 zeris adjunctis indicetur. Resp. hujusmodi calculis magis ostendi miram in supputationibus mathematici facilitatem, quam intentam ab ipso conclusionis certitudinem. Nam ut ajebat Tullius, assumpto quolibet negato, geometra ne digitum procedere potest. Nam 1. negando materiam auroræ borealis à luce esse distinctam et crassiorem; mole sua ruit argumentum. Deinde ex eo probat crassiorem, quod illa secum lux non abripiat, ac de loco protrudat. Quare id assumit, quod probandum est, lucem videlicet à sole remitti. 2. Ponit auroram borealem à sole illuminari; quod et incertum est, et plures habet contradictores. 3. A negantibus systema universalis gravitatis fundamentum calculi prorsus convellitur, asserentibus non à quantitate materiæ gravitatem oriri, sed à pressione, magnetismo, etc. 4. Altitudinem 180 milliar. in aurora boreali assumit ingeniosus astronomus, quod non omnes fa-

cilè concedent. Demum etiamsi parum crassiores particulæ auroræ borealis in altitudine 180 milliar. ponantur particulis lucis, concipi non potest, cur iteratæ percussiones ejusdem maxima celeritate delatæ, vi cujus 8 min. 36 milliones leucarum lux percurrit, secum non abripiant, ac de loco protrudant prædictas particulas: oporteret enim has eadem proportione lucis elementa mole superare, quam lux ipsas celeritate vincit; quod nescio utrum benignè ab omnibus concedatur, qui in emanationis sententia non sunt. Verum ut prudenter monet Brissonus, ex difficultatibus in quacumque hypothesi de lucis transmissione occurrentibus satis superque evincitur, nullum systema esse planè demonstratum, aut convictum falsitatis: quare ad quæstionem de propagatione lucis consultius responsum foret, dicere; modum à nobis penitus ignorari.

CAPUT SECUNDUM.

De reflexione luminis in corporibus opacis.

31 Probè hic recolenda sunt, quæ in Physica gen. de motu reflexo agentes tradidimus, è quorum principiis etiam, quæ de illuminatione corporum explicanda veniunt, majorem partem dependent; quemadmodum in sequentibus, quæ de refractione luminis dicenda occurrunt, è motus refracti effectibus ut plurimum petenda sunt; quamvis luminis refractio aliam legem affectet à ceterorum corporum re-

fractionibus, ut eo loci jam prolusimus. Qui phænomena lucis ab Epicuri emanatione exponere tentarunt, radios ejusdem à corpore lucente emissos, in superficiem corporis opaci vibrari contendunt, è qua ad alia circumstantia in sphæra illuminationis existentia iterum jaculantur juxta leges reflexionis, ab his in alia et sic deinceps; ita ut per continuatas reflexiones ad oculum transmittantur radii lucis, à quibus visio perficitur. Verum quum emanationis opinamentum minus nobis arriserit, alia via tentanda est, ut illustratio corporis opaci, colorum theoria, ac visionis, ut dici solet, *mechanismus*, cum his, quæ supra tentando magis quam asserendo tradidimus, benè concordent. Quare sit.

32 Prop. I. "Reflexio radiorum lucis, prout in emanationis hypothesi exponitur, magnas offendit difficultates, quæ non satis ab ejus assertoribus explanari videntur." Exemplum vulgare reflexionis est speculum planum, è cujus superficie radii in oculum reflectuntur, atque inde visio provenit objecti, cujus superficies, ajunt, in speculum radios transmisit. Verum corpus opacum, aut lucidum in speculi superficie non conspicitur, sed longè ab ipsa ejus species versus interiorem partem recedit; adeò ut speculum quodammodo invisibile nobis fiat. Dum verò corpus à solis radiis illuminatum videmus, solem ipsum non videmus objecti tantum superficies exhibetur, his variationibus distincta, quæ in ipso inveniuntur. Alius igitur est casus reflexionis in speculo, ab

eo in quo corpora opaca nobis conspicua fiunt. Magnum etiam aliud interest discrimen inter speculi phænomenon, et opacorum corporum illustrationem: nam dum nos, aut circumstantia corpora situm mutamus, imagines prorsus variant, accedunt, recedunt, resupinantur, juxta naturam superficiei objectorum, situm, ac speculi inclinationes. Contra accidit in corpore à sole, aut ab alio quolibet lucido illustrato: ejus imago æquè repræsentatur, quocumque tandem situ aut nos, aut ipsum statuatur; salvis tamen variationibus, quæ in visione à distantiis, umbris etc. proveniunt. Neque enim nullam prorsus variationem accidere contendimus; sed tantum eas, quæ in speculo animadvertimus, atque à minima quavis variatione situs, distantiæ, inflectionis speculi etc. provenire comperimus. Demum corpus opacum quocumque modo à lucido illuminetur, eosdem exhibet colores, ita ut singula corpora proprios colores veluti affectent, qui aliis communes non sunt; sed peculiaris, ac quodammodo characteristicus cuilibet insit, à quo satis ab aliis discernatur, etiam dum maxima intervenit similitudo.

33 Prop. II. "Si conjecturis, uti licet, magis ad similitudinem veri propendentibus, opacorum corporum illuminatio à radiis ab ejus superficie reflexis non provenit; sed à radiis ab ipso corpore excitatis, ob vibrationes quas radii directi in ejus superficie excitant, illis símiles, quibus lucida corpora fulgent, ac lumen excitant, gradu tamen remissiore, prout vehemens, aut remissa fuerit lucis in ipsum percussio." Et

quidem ut ex prop. præc. eruitur, si corpora opaca radios à fulgente acceptos remitterent, non ipsa, at corpus lucidum aspiceremus; quod quum falsum apertissimè sit, à radiis ex propria superficie derivatis se se conspicienda exhibeant, oportet. Quamdiù igitur corpus opacum illuminatur, tenuissimæ superficiei ipsius particulæ tremore quodam agitantur, qui aptus sit ad excitandum in æthere eos vibrationis motus, quibus radii lucis formantur, aut disponuntur ad excitandum in oculo eas sensationes, quibus colores, magnitudines, distantiæ, verbo imagines rerum depinguntur. Quæ quidem vibrationes è quovis superficiei puncto versus omnes plagas remittantur, oportet; quum omnia objecti puncta conspicua in quacumque directione collocentur, ita semper agant, ut ejus imago in oculo nostro conformetur. Et hoc quidem præcipuum est discrimen inter hos radios, et reflexos, quorum directio à radio incidente determinatur; ita ut angulus reflexionis angulo incidentiæ ubique par inveniatur. Quare si è quodam loco vibrentur, puta sole, eamdem directionem omnes affectare debent, atque ad alteram partem remitti. Verùm dum corporis opaci puncta omnia conspicua redduntur, hæc tremore quodam, seu agitatione insensibili concutiuntur; quemadmodum in corpore lucente secundum hanc hypothesim succussiones illæ vehementiores sensationem lucis vividiorem in oculo excitant, cujus intensio major à vi, qua oscillationes imprimuntur, repetenda venit. Et hoc etiam discrimen inter

clariores, aut obscuriores imagines à corporibus opacis depictas intervenit: nam quæ directè à sole illuminantur, lucidiores conspicimus; minus, quæ à luna, ob debilitatem vibrationum, quas corpus opacum potest imprimere, ut seq. coroll. magis explicabitur.

34 Corol. 1. Natura igitur corporis opaci in eo juxta præmissam hypothesim consistit, ut ejus superficiei particulæ in quiete permaneant, dum corpus luminosum absit, à quo ad motum concitentur: quo tamen præsente, ita celeriter ad hunc motum, seu tremorem concipiendum determinantur, ut statim ac corpus lucidum in opacum materiam lucis ejaculaverit, similes oscillationes concipiat illis, quibus ab æthere concutitur; vi quarum et alia opaca etiam illustret, et suam imaginem in quolibet spatii puncto, ubi oculus adfuerit, depingat.

35 Corol. 2. Discrimen totum inter corpus lucidum et opacum in eo situm est, quod primum ab intima sua constitutione vim habet ætherem concutiendi, seu materiam lucis excitandi, quin ab aliqua extrinsecus adveniente causa ad id determinetur. Opacorum autem indoles tantum aptitudinem quamdam præsefert, ad excipiendas extrinsecus concutiones illas, quibus materia lucis concutitur, modificatur, et regeritur in alia corpora; quibus cessantibus, ad inertiam redit, è qua tenebræ in sua superficie obducuntur, quibus fit invisibilis.

36 Dices tamen. Incredibile prorsus, atque à similitudine veri alienum videtur, à tenuissimis lucis particulis, quæ etiam per lentem ad-

densatæ, ne leviter quidem tenuissima plumarum filamenta commovent, superficies corporum concuti, atque ad vibrationes concipiendas, ac transmitendas determinari: ergo præcedens theoria, omni veri similitudine destituitur. R. *neg. ant.* cujus *probat. dist.* ne leviter commovent motu vibratorio lucis, *neg. ant.* motu translationis, *conc.* Et quidem hæc una est ex magnis difficultatibus, quibus sententia emanationis opprimitur: quum incomprehensibile videatur, cur celeritas illa, quæ quolibet minuto per quatuor milliones leucarum particulas lucis transfert, ne hilum quidem tenuissima, ac levissima corpora è loco dimoveat.

37 Quod autem expositæ vibrationes in corpore opaco excitari queant, exemplo corporis sonori non incongruè explicatur; è cujus proprietatibus proprietates illuminati corporis, sicut lucis phænomena à sono, magis captu facilia redduntur. Quod enim sonus est relatè ad aerem, hoc est lux, si cum æthere conferatur; ut supra exposuimus, et nunc amplius illustrare pergimus. Corpora lucentia veluti instrumenta sunt actu pulsata; opaca verò instrumentis silentibus, ac nulla concussione agitatis probè comparantur. Neque impedit, quod instrumenta manu musici indigeant, ut sonum edant: hoc enim ad institutam similitudinem nihil refert. Quare si à luce ad sonum quæstionem transferamus, in id demum recidit; utrum instrumentum, aut chorda probè tensa ac silens ad vibrationes proprias soni edendas excitari queat ab instrumentis sonum edentibus. Hoc

autem phænomenon notissimum musicis est, et quisque, periculo facto, certior fieri potest, instrumentum in conclavi pulsando, ubi alia instrumenta appensa sint, chordis ritè distentis instructa, quæ ad alterius sonum similem concipiunt in chordis, quæ ad unisonum, aut etiam in octava, tertia, et quinta voce concordant. Imò in fibris humani corporis similes vibrationes excitari, documento sunt, qui ab araneis tarentinis, quas *tarantulas* vulgò dicunt, venenum imbiberunt, ac veterno profundissimo corripiuntur, à quo ad saltandum instrumentis musicis excitantur, tonos illos tentando, qui fibrarum corporis tensioni respondeant, similesque oscillationes in fibras transmittant; quibus æger mentis inops pedetentim commovetur, assurgit, saltat: tamdiùque motus ille mechanicus continuatur, quamdiu instrumenti pulsatio duraverit. Neque hoc ab homine sibi reddito præstatur; at involuntarius ille est motus, ipseque mente captus perseverat, donec saltatione per corporis meatus venenum expellatur.

38 Præfata igitur doctrina non in instrumentis musicis tantum, sed in machina etiam animali, et in quocumque corpore sonoro locum obtinet. Æs campanum in turribus templorum appensum, ad sonum alterius campanæ, quæ in aliqua ex consonantiis cum ipso sit, murmur quoddam primò edit, deinde fortius oscillationes continuat, donec sonum satis perceptibilem fundat, à circumstantibus præsertim distinctè auscultandum. Circulatorem quem-

dam fuisse narrant, qui vasa vitrea sola voce disrumpebat. Tentabat nimirum, quem sonum vas pulsatum ederet; deinde ad eum tonum vocem modulando, atque altius, fortius tonum similem edendo, tremores in vitro adeò fortes excitabat, ut tandem, oscillationibus majoribus conceptis, disrumperetur. Et quidem æs, vitrum, machina animalis, etc. corpora satis dura sunt, quibus ægrè concipias, quo pacto motus ille violentus à levissimo aere imprimatur. Quidni igitur et in corpore opaco tremorem illum á radiis directis excitari credamus, aut certè non negemus, quo materiam lucis ab ejus superficie agitari, convelli, atque ad formandos radios lucis determinari, quibus et suam imaginem exprimat, et alia etiam corpora, quod reflexioni tribuebant, illustret? Hæc quidem si vera non sunt, speciem veri saltem habere, concedere non gravabor; dum aliud melius non occurrat, quod intricatissimæ huic quæstioni explicandæ satisfaciat.

39 Verum oppones. In corpore sonoro vibrationes aceeptæ aut ab inmediato contactu manus, vel plectri, aut ab aereis tremoribus ab instrumentis excitatæ diù perseverant, ac sensibiles post longum tempus exhibentur: ergo etiam corpora opaca postquam è conspectu lucidi removeantur, visibilia nobis fient à vibrationibus in ipsis antea excitatis, ac diù remanentibus post absentiam corporis lucidi; experientia tamen contrarium testante. R. *conc. ant. dist. conc.* visibilia nobis fient etc. si vibrationes reapsè durent eo modo, quo ad lucis

materiam excitandam aptæ sunt. *conc: cons.* si vibrationes ineptæ sint ad motum ætheri imprimendum, quo lux excitatur, *neg. cons.* Nonnulla sunt corpora, quæ, etiam absente corpore lucido, à quo ejus particulæ concussæ sunt, luminosa apparent; ut sunt phosphorica, quæ in conclavi obscuro resplendent, atque circumstantia objecta illuminant. In reliquis opacis hoc non evenire certum habemus: quod tamen à prompta particularum superficiei ejusdem quiete provenire dicendum est. Neque tamen absolutam quietem in instanti obtinere contendo; at quietem illam, seu vibrationes vehementiores intelligo, à quibus materia lucis ad radios emittendos determinatur, ut objecta illustrentur. Potest enim fieri, ut per gradus oscillationes remittantur, ut in chordis fieri videmus, quin effectum sensibilem edant. In instrumentis sanè diù perseverant oscillationes, quod à tremore chordarum satis colligimus, quin vel hilum aures ab his afficiantur. Quidni igitur in objectis illustratis, remoto corpore lucido, idem eveniat, ut tenuissimæ quidem oscillationes perseverent, effectum tamen sensibilem non producant? Et quidem dum oculos in solem intendimus, aut librum ab ejus radiis directè illuminatum legimus, colores diversos oculis etiam clausis videmus; ab illuminatione scilicet præcedente fibris commotis, atque ad tales sensationes in nervis producendas determinatis, ut à visione similium objectorum evenire solet.

CAPUT TERTIUM.

De coloribus.

40 In varias, ut mos est philosophis, de natura colorum sententias scriptores abierunt, quarum præcipuæ sunt Cartesii et Newtoni: nam colores esse in superficie corporum tamquam qualitates quædam ipsis extrinsecæ, quæ veluti vestitus mutantur; obsoletum est commentum, quod nullum aliud habuit fundamentum, quam diversitatem ipsam, quæ à particulis superficiei corporis in lucem inducitur, quatenus lux ab ipsis diversimodè modificatur. Verum luce remota, nullus amplius color in corporibus cernitur, atque expressio illa poetica *nox abstulit atra colores*, etiam philosophica est. Hinc in aliam sententiam abierunt, alii colores scilicet qualitates esse proprias lucis, aut lucem hanc virtutem continere, ut plures depingat colores juxta diversitatem superficierum; quod quidem etiamsi verum sit, hoc demum dicere est, quod nemo ignorat, quin circa naturam lucis doctior evadat. Cartesius modo ad sensus magis accommodato philosophatus, postquam naturam lucis in pressione particularum secundi elementi constituisset; colores á nisu et motu eorumdem globulorum diverso modo in oculos sensationes imprimentium desumit. Si materia subtilis versus oculum motu incitatiore circa proprium centrum globulorum regeratur, color rubeus enascitur, seu affectio in oculo, quæ ipsi rubeum colorem repræsen-

tat. Dum motus rectilineus et circularis æquis passibus procedunt, color flavus exoritur; atque ita porrò de reliquis coloribus discurrendo. Newtonus secundum emanationis systema septem particularum species in luce distinguit, diversæ molis, ac proinde densitatis, à quibus septem primigenii colores componuntur. Particulæ graviores rubeum, deinde per ordinem reliquos alios juxta minoris crassitudinis gradus componunt. Ex quo diversos etiam refrangibilitatis gradus, quos in luce experimur, deducit Newtonus; quum ab experimentis in prismate vitreo institutis notum sit, colores, seu particulas lucis diversos colores exhibentes, diversos trahere gradus refrangibilitatis, à quibus ipsorum dissimilitudo, et character proprius derivatur. Quod ut in bono lumine collocetur, prius quæ in omnium sententia admitti debent, quippe experimentis constanter sunt confirmata, exponere juvat; deinde quomodo cum præcedentibus doctrinis à nobis præjactis componantur, tentare audebimus.

41 Experim. Esto conclave, cujus fenestra solem excipiat, in qua benè clausa foramen aut tubus (fig. 1) radicum RCH tantum transmittat: huic opponatur prisma crystallinum BC. in quod ingrediens 1. radius à via recta ACH deflectit, ac per viam BC *rv* demittit filamenta lucis jam divergentia, quæ ante refractionem erant parallela. 2. Quum in parte AC candor uniformis lucis appareat, postquam vitrum irrumpit, in septem colores dispescitur; qui si in charta N recipiantur, hoc ordine disponuntur

infimus *ruber*, deinde *croceus*, postea *flavus* etc. ut in schemate notatos vides. 3. Per viam *Cr*, *Bv* quasi fasciæ colores, radii distendi conspiciuntur; in charta tamen in parvos circellos se conformant, quorum circumferentiæ se se invicem intercipiunt. 4. Quod si foramen in charta ad mensuram circelli perficiatur ita ut radius tantum, puta violaceus, per illud admittatur, unus color in radio PG solus observabitur: aut si placuerit chartam illi opponere, violaceum circulum exhibebit, nulla divergentia radiorum in semita PG animadversa. Verum si prisma aliud DE radio transmisso interposueris, radius quidem rubeus ubique apparebit, filamenta tamen ejusdem iterum divergent, ut in F vides folio chartæ recepta. 5. Si hujusmodi charta colore alio inficiatur, puta viridi, croceo etc. in loco ubi radios incidit, rubeus color exhibebitur; viridi aut alio quocumque penitus deleto. At si carta ejusdem ac radius transmissus fuerit coloris, hæc lucentior, ac vividior apparebit in spatio illuminato. 6. Quotcumque prismata adhibeantur, radius numquam alium colorem exhibebit; dummodò radius ab aliis contiguis perfectè segregatus per foramen introducatur. Quod quum non ritè ab quibusdam physicis peractum fuerit, tentamen in eam sententiam transversos egit, ut humanitus delusi; radios separatos ope prismatis iterum novos colores reddere, ac diversos refractionis gradus habere, asseruerint; quos tamen falsos fuisse postea tentaminibus iteratis compertum fuit, si fides experimentalis physicæ cultoribus adji-

cienda sit. 7. Quando duo, tres, aut plures, non tamen omnes ex his coloribus separatis, ac per circellos transductis in unum ope lentis adunantur, diversi colores oriuntur, qui ex aliorum mixtione etiam à pictoribus obtinentur, ut ex cæruleo et flavo viridis; ex rubro et cæruleo violaceus; ex tribus mixtis, medii alii colores formantur. 8. Si hujusmodi radii à prismate separati, ac per circellos chartæ singillatim transmissi, per lentem vitream iterum omnes colligantur, postquam ab eadem convergentes facti perfectè admiscentur, pristinos colores amittunt, atque in puram lucem conformantur, perinde atque ante transmissionem per prisma CB conspiciebantur. Verum si huic lumini, per lentem in statum pristinum restituto, prisma iterum adhibeatur, eadem phænomena denuò ostendit, quæ in prima transmissione observabantur. Quod etiam usuvenit, coloribus tamen inversis, si post focum lentis charta radii excipiantur.

42 Ex præfatis modò phænomenis sequentia corollaria, aut assertiones newtonianæ theoriæ propugnatores deduxerunt. 1. Lucis particulæ sunt heterogeneæ. 2. Septem colorum seu particularum species lucem componunt, quæ primitivos colores reddunt: quique penitus immutabiles sunt, ac simplicissimi. Ex mutua tamen permixtione candor ille lucis proprius enascitur, quem in radiis solis, atque in corporibus luminosis observamus. 3. Ex his radiis in superficies corporum incidentibus colores omnes modificantur, juxta diversitatem reflexionum,

quas radii patiuntur. Nam si omnes particulæ eodem, ac incidunt, modo reflectuntur, color albus conspicitur. Dum verò particulæ radii rubri tantum regeruntur, superficies rubra, seu color rubeus apparet, reliquis absorptis. Quod si duo, aut tres ex radiis simul confusis reflectuntur, dum ceteri absorventur; color mixtus juxta conjugationem factam radiorum derivabitur. Ex his tot graduationes in coloribus explicantur, à permixta majore, vel minore quantitate materiæ lucidæ cujuslibet radii. 4. Colores itaque in objectis non sunt, nisi eo sensu, quo ab ipsorum superficie radii colorati determinantur, ad hunc potius, quam illum colorem exhibendum, reliquis absorptis. Intensitas etiam colorum ab eisdem causis dependet; quoniam illa corpora vividiore imbuuntur colore, quorum superficies majorem radiorum talis coloris regerit copiam, quam alia ipsomet infecta, minore tamen quantitate radios coloratos ad oculum remittentia. 5. Peculiaris gradus refrangibilitatis à constitutione intrinseca particularum, figura nimirum, massa, densitate, mole derivatur. Nam rubei minus refrangibiles majore densitate, mole, figura donantur; deinde ceteri ordine descripto sequuntur, ita ut ultimus violaceus omnium maximè refrangibilis levioribus, minoribus, ac minus densis particulis coagmentetur. Hæc Newtoniani: nos autem præjactis antea principiis insistendo, colorum naturam sequenti propositione exponemus.

43 Prop. "Colorum diversitas non incon-

gruè explicatur per vibrationes diversas in superficie corporum excitatas, á quibus materia lucis ad majorem, vel minorem numerum oscillationum determinatur: ab eoque vibrationum numero colorum variatio derivatur." Explanatione magis quam probationibus, præjacta hypothesis indigere videtur. Compertum omnibus est, nos objecta videre, ipsorumque lineamenta seu colores distinguere, mediantibus radiis, qui in oculos nostros penetrant, ac ipsorum fibrillas diverso modo percellunt. Indubium igitur est, singulos colores à radiis diversæ qualitatis excitari: ita ut dum objectum rubrum apparet, radii in oculum permeantes ejus sint naturæ, quæ in ipso rubri sensationem excitent, alterius coloris non excitent. Quarè tota quæstio in id demum resolvitur, quinam sint radii, qui sensationem rubri ex. gr. aut alterius dati coloris excitare queant? et à quo talis perceptionum differentia desumenda veniat? Nam insignis affectio est oculi, dum rubrum potius, quam cæruleum percipit; ac proinde magna inter utrumque radium diversitas intersit, oportet. Neque hæc affectionum variatio ab intensione luminis, seu radii fortiore percussione desumenda venit. Perspicuum enim est, objecta colores suos retinere sive vehementibus solis radiis illuminentur, sive in conclavi mitiore lumine perfundantur. Alia igitur est assignanda causa, à qua hujusmodi varietas derivetur.

44 Et quoniam naturam lucis ad naturam soni comparavimus, ex hujus indole, quæ certis

ac benè demonstratis legibus statuta est, colorum diversitatem explanare pergemus. Exploratum, ac certum omninò est, sonorum diversitatem à vibrationum numero, quibus aer à corpore sonoro concutitur, repetendam esse, ita ut sonus acutior evadat, dum vibrationes incitatiores sunt, majorque earum numerus minuto secundo perficitur: contra verò gravior sonus exit, quando remissiores fiunt vibrationes, tardiusque conficiuntur. Quum autem prorsus analogæ circumstantiæ sint, quæ utrumque sensum, visum scilicet et auditum afficiunt; ac solum in medio, quo sensationes excitantur, differant, aere nimirum et æthere, ab uno ad alterum analogiam transferamus. Ab oscillationibus aeris in aurium fibras transmissis objectum sonorum percipimus; ab ætheris seu materiæ lucis vibrationibus ad oculorum fibrillas remissas objecti visio excitatur. Vibrationum autem major aut minor numerus soni differentias inducit: quarè et ætheris vibrationes incitatiores, aut remissiores colorum etiam varietatem efficient. Fac, tonum littera C designatum 100 vibrationes minuto secundo peragere: alterum C 112: tertium E 125, quartum F 133: G 150: A 166: B demum 187: dum verò acutiores fiunt, ad octavam vocem iterum redeundo, C 200 vibrationes perficiat, et sic deinceps per gradus in ceteris tonis augendo: sic, inquam, in vibrationibus à radiis lucis excitatis evenire potest, ut dum oculus vibrationes ex. gr. in fibris excitatas minuto secundo 1000 percipiat, aut patiatur, diverso modo affici debet

quam dum 1200, 1500 etc. eodem tempore experitur. Verum quidem est, oculum haudquaquam hunc numerum ad calculos redigere posse; quemadmodum nec aures numerum vibrationum distinguunt: semper tamen et ab eis afficitur, et affectionum diversitatem satis discernere potest, ut in sonis perspicuum est accidere.

45 Corol. 1. Colores igitur à vibrationibus in materia lucis excitatis, in præfata hypothesi, repetendi sunt: colorum autem diversitas à majore vel minore vibrationum numero, quibus oculus afficiatur, proveniet. Rubeus nimirum majorem numerum vibrationum quam croceus, hic præflavo excitabit; qui viridem, sicut viridis cæruleum, hic purpureum superabit; dum violaceus omnium remissior, respectu aliorum lentiores oscillationes promovebit.

46 Corol. 2. Quod si particulæ omnes corporis, quæ superficiem ejus componunt, æqualiter tensæ, ac elasticæ fuerint; ita ut à radiis corporis lucentis perculsæ æqualem motum vibratorium undique concipiant, tum corpus illud colore uniformi, seu simplici perfusum cernetur. Quum autem radii simplices per reflexionem, aut refractionem nullam alterationem patiantur; tale corpus sive directè, sive per reflexionem, vel refractionem cernatur, eumdem colorem constanter exhibebit. Sin verò ejus particulæ diversis tensionis gradibus donentur, simulque æqualiter invicem fuerint permixtæ, colorem quidem uniformem, ac fortasse etiam simplicem, ut ita dicam, mentientur,

per refractionem tamen à se invicem disjunctæ varietatem ostendent, quæ antea detegi ob mixtionem ab hebeti sensu non poterat. Nimirum dum inter particulas discrimen admodum notabile non intercedat, ex. gr. si aliæ colorem flavum, aliæ cæruleum exhibeant, tum ex eorum permixtione color viridi similis derivabitur.

47 Corol. 3. Quoniam solares radii colorem album repræsentant, vibrationes ab eis excitatæ ita perfectè invicem mixtæ sint oportet, ut una præ altera minimè discernatur. Quarè ad colorem album exprimendum omnis generis tensiones in particulis requiruntur, quæ satis æquabiliter inter se sint permixtæ, ut una præ altera non subsultet. Hinc color albus est omnium maximè compositus, ut innumeris experimentis comprobatum à Newtono habemus. Quod si particulæ superficiem componentes ita sint laxæ, ut nullum motum vibratorium reddant, qualis ad colores exprimendos requiritur; sensus nullus ab eo in oculo excitabitur, adeòque perfectè niger apparebit. Verum hic casus ferè in natura non evenit, satisque percipimus in partibus superficiei corporis maximè obscuri, puncta quædam intermortuam lucem remittere. Quare minus nigredo erit perfecta, quò plura hujusmodi puncta superficiei interspersa sint, quæ radios aliquos excitent, atque ad oculum remittant. Hinc innumeros gradus obscuritatis et claritatis in coloribus tam simplicibus, quam mixtis animadvertimus, qui ab insinuata modò causa proficisci videntur.

48 Corol. 4. Quod ad pelluciditatem cor-

porum attinet (quoniam de lucidis et opacis satis, quoad fieri potest, explicatum arbitror), quomodo in ipsis colores contineantur, et formentur exponere pergimus. Notum est corpora, quæ radios refringunt, iisque transitum præbent, pellucida seu diaphana appellari. Ex quo id apertè derivatur, hujusmodi corpora radios seu vibrationes materiæ lucidæ non solum non reflectere, sed ad interiores suas partes transmittere, ac per suam substantiam propagare. Inter corpora pellucida insigniora sunt aer, aqua, vitrum, crystallus, adamas; neque tamen perfectam pleraque ex his pelluciditatem habere, ex eo colligitur, quod superficies aquæ, vitri, adamantis quædam puncta habeant reflectentia, è quibus vividus fulgor ad oculum transmittitur, quod his ad latus anguli reflexionis sit collocatus: tumque pellucida nullo modo apparent, sed veluti scintillantia, ac imaginem corporis, cujus radios inflectunt, quoque modo referentia, quæ insignis est veræ reflexionis nota, ut supra cap. 2 exposuimus. Ab experimentis tamen habemus, radios lucis è vacuo in aerem transmissos ad perpendicularem refringi; ex quo recte deducitur, minore celeritate vibrationes per ipsum transmitti, quam in aere propagentur: quod magis in densioribus mediis, ut crystallus, obtinere, perspicuum fit, quoniam major ab ipsis oritur refractio. Quod si densitas in pellucidis nimis augeretur, opaca penitus fierent, neque aditum amplius ad intimam substantiam radiis lucis permitterent; ut in aqua nimis profunda passim evenire animad-

vertimus, quæ transitum lumini denegat, ut fundus omninò non introspiciatur; quum satis conspicuus exhibeatur in fluminibus, aut stagnis, ubi parum aquæ continetur, aut præterfluit. Quare pelluciditas proprietas quædam est relativa, quæ ad densitatem corporis rationem habet; unde densiora corpora si ad maximam tenuitatem adducantur, ut aurum in bracteas conformatum, luci aditum præbent, ac ferè pellucida apparent. Quare diaphana omnia vibrationes ætheris intra suam substantiam admittunt, ac propagant deinde ad alias partes; ex quo illorum pelluciditas commonstratur.

49 Corol. 5. Quod si lucis puræ radii ità excipiantur, ut magnam refractionem, seu disjunctionem illius perfectæ admixtionis patiantur, quæ ad lucem puram constituendam requiritur, veluti in prismate evenire observamus; tunc colores illi, qui antea perfectè commixti candorem exhibebant, post refractionem quisque colorem alium repræsentabit, prout vibrationes tardiores, aut crebriores ætheris diversas in fibris commotiones producant, quæ satis ab invicem discernantur. Ex quo facilè supra exposita phænomena in prismate observata proprio Marte explicabis; quin opus sit, omnia singillatim enucleare, quæ satis ex præjacta applicatione attentè perpendenti obviam occurrunt.

50 Opponit Mako: "Dum stamen ex. gr. rubeum in corpus opacum incidit, particulas ejus analogam tensionem habentes concitat ad motum oscillantem staminis motui simillimum, quæ sic concitatæ similem oscillationem com-

municant circumfuso ætheri : pulsus ergo, quos ab opaci corporis particulis æther accipit, simillimi sunt radii ipsius incidentis pulsibus; idem ergo præstare debent quod præstaret radius ipse incidens, si dumtaxat reflecteretur : atqui tunc ipsum corpus lucens ex. gr. solem repræsentaret, igitur et nunc." Quare in sententia exposita de coloribus idem inconveniens, quod antea in reflexionem radiorum à corpore opaco notabamus, sequi debet. R. *conc. ant. dist. cons.* simillimi sunt quoad colores in æthere excitandos mediis vibrationibus colori respondentibus, *conc. cons.* simillimi sunt quoad imaginem objecti à quo emmittuntur exhibendam, *neg. cons.* Ut luculentius res percipiatur, ad sonum explanationem hujus difficultatis transferamus. Si instrumentum pulsatum in aliud, quod ad unisonum cum ipso chordas distentas habet, motum oscillatorium medio aere transmittat, atque ad sonum concitet; sonus ab ipso emissus non illum referet instrumenti, à quo ad sonandum excitatum fuit, quamvis ipsi similem sonum edat; sed prorsus distinctum ac proprium; qui ab auribus ritè ab altero discernitur. Cur, inquam, non eamdem prorsus sensationem ad auditum transmittit, quum origo pulsionum excitanti instrumento debeatur? Certè non alia de causa id evenit, nisi quia corpus sonorum etiamsi pulsus ab excitante recipiat, non ipsos per reflexionem transmittit, verum in sua substantia recipiens ad alios similes in aere tremores commovendos determinatur, qui propriæ conformationi res-

pondent, atque ipsi convenientes sunt. Fac vibrationes hujusmodi non ab instrumento concorde transfundi, verum ab echo reflecti atque ad aures remitti: sonum ipsum quidem certè ab instrumento excitatum perfectè referet; ita ut quandoque decipiamus, dum ab echo vox reflectitur, existimantes è duobus locis vocem eamdem personare, quia celeriter ab uno ad alterum loquens trasferatur, ut nobis illudat, si ab echo vocem remitti non animadvertamus. Hoc ludo pueros egregiè deceptos, ac rusticos homines, qui ab echo vocem remitti ignorabant, Bononiæ in villa quadam suburbana, si benè commemini, pluribus abhinc annis testis fui. Idem igitur dicendum de coloribus corporis opaci à sole illuminati, cujus radios si per reflexionem transmitteret, non ipsum corpus suis coloribus distinctum, at solem ipsum per reflexionem intueremur.

51 Schol. Cæruleus ille color, quo hemisphærium cœleste interdiu depictum apparet, quasi fornix quidam esset tali colore infectus, ab atmosphæra terrestri derivatur; quæ particulis valdè raris, ac tenui cærulei infectione tinctis dum à radiis solis illuminantur, hujusmodì vibrationes in ætherem transfundunt, quæ talem exprimunt colorem. Et quidem familiaris omnibus est observatio, montes vicinos colore nativo tinctos videri, remotiores cæruleo circumfusos notari. Quæ quidem colorum diversitas eo insignior est, quo magis ab oculo disterminantur: ita ut remotissimi, eumdem ferè colorem, atque ipsum cœlum, referre vi-

deantur. Quod si iter versus eam plagam, ubi montes apparent, instituere contingat; sensim ac sine sensu color ille cæruleus remittitur eo usque; ut dum ad quamdam ab ipsis distantiam pervenerimus, prorsus dispareat. Hoc idem in cæruleo ac satis vivido cœli colore animadverti, dum ad fastigia excelsorum montium contendimus, testis est Eulerus. In summitatibus enim altissimorum montium rarior est aer, ut è barometri altitudine decrescente experimur. Quare imminuta quantitate illa particularum cæruleum colorem in luce excitantium, intensitas ejusdem minuatur, necesse est. Et quidem si ad eam altitudinem accedere liceret ubi atmosphæra desinit, et cum æthere confunditur, aut saltem ad distantiam quamdam huic termino viciniorem, astra cæruleo fornici affixa amplius non cerneremus, ut nunc fit sed liberè pendentia, ac nullo *convexo nutantem pondere mundum* aspiceremus: contra autem *terrasque tractusque maris* veluti cœlo profundo circumvoluta, colore nimirum cæruleo, in modum convexi fornicis, ut nunc concavo cœlo circumcingi, nobis videre videmur. Ea fortasse de causa Martem rubicundum cernimus, et nescio, an ab ejus incolis cælum rubeum cernatur, ut nobis nostrum apparet cæruleum. Certè aqua maris eo sub viridi colore quo nobis extra superficiem ejus extantibus comparet, ab urinatoribus in fundo demersis etiam suspiciatur, oportet. Ex quo et illud suspicari fas est, eo modo quo nos Martem rubescentem è terra contuemur, et globum nostrum, sub-

cæruleum despectum iri, si ad Martem transferremur, aut ejus incolis, siqui sunt, ac simili oculorum conformatione donantur, præfato colore apparere.

52 Neque à vaporibus terrestribus cæruleum colorem provenire suspicari fas est. Nam compertum habemus eo intensiorem oculis nostris cæruleum illum colorem exhiberi, quo purior est atmosphæra, ac terrenis vaporibus minus onusta. Contra verò, si exhalationibus nimium ingravescat aer terræ proximior, tum montes remotiores, quum etiam cœlum ipsum cinereo quodam colore offuscatur, ita ut tenuiter admodum cæruleus appareat. Deindè si vapores nimium addensantur, aut nebula prope superficiem terræ, aut nubes in superiore regione concrescunt, aspectum cœli nobis eripiunt: quare ad exhalationes terrestres confugere ut hoc phænomenon explicetur, perinde est, ac ipsi causam contrarium effectum producentem assignare. Quamobrem commodior præjacta expositio nobis videtur, quam sequenti experimento declarare juvat. Si pulverem indici coloris, quem *añil* solemus vocare, parva quantitate in magna aquæ copia diluamus, quum guttatim ejusmodi aquam ex alto demittimus, nullo infectam colore notamus. Hauriatur deinde in vase crystallino, quale in mensa apponi solet, levis quædam tinctura in aqua tantum apparebit. Verum si vas satis amplum fuerit, atque à longè aspiciatur, color valdè intensus spectatori exhibebitur: quod etiam tentamen in aliis coloribus feliciter provenit, atque in

vino, aliisque liquoribus familiare est, dum ab œnopolis in armariis, aut in mensis crystallinis lagenis collocantur.

CAPUT QUARTUM.

De Optica, seu visione directa.

Opticam generatim accipiunt pro illa scientia, quæ omne genus visionis complectitur, sive ea sit directa, atque *Optica* propriè dicta audit, sive reflexa per specula, quam *Catoptricam* appellant; sive demum refracta per lentes vitreas, et *Dioptrica* dici consuevit. De his omnibus singillatim agemus, selectiora, quæ de his argumentis tradi solent ad Physicam pertinentia, delibantes. Nunc autem, quæ ad visionem spectant, ac præcipuum dicendorum in sequentibus capitibus fundamentum existunt, exponenda assumimus.

§. I.

Descriptio oculi, ac principia visionis exponuntur.

53 Galenus meritò *Creatoris miraculum* oculum appellavit, eo quod in ipso mirabilis quædam solertia notetur, quæ etiamsi in reliquis sensibus maxima sit, in oculis tamen speciali modo resplendet. "Et primum oculos membranis tenuissimis (Creator) vestivit, et sepsit: quas primum pellucidas fecit, ut per eas cerni posset; firmas autem, ut continerem-

tur. Sed lubricos oculos fecit et mobiles, ut et declinarent, si quid noceret, et adspectum, quo vellent, facilè converterent. Aciesque ipsa, qua cernimus, quæ pupula vocatur, ita parva est, ut ea quæ nocere possint, facilè vitet. Palpebræque, quæ sunt tegumenta oculorum, mollissimæ tactu, ne læderent aciem, aptissimæ factæ et ad claudendas pupulas, ne quid incideret, et ad aperiendas: idque providit, ut identidem fieri posset cum maxima celeritate. Munitæque sunt palpebræ tamquam vallo pilorum, quibus, et apertis oculis, si quid incideret, repelleretur; et somno convenientibus, quum oculis ad cernendum non egeremus, tamquam involuti, quiescerent. Latent præterea utiliter; et excelsis undique partibus sepiuntur. Primum enim superiora, superciliis obducta, sudorem à capite et à fronte defluentem repellunt. Genæ deinde ab inferiore parte tutantur subjectæ, leviterque eminentes. Nasus ita locatus est, ut quasi murus oculis interjectus esse videatur." (Cic. 2. de Nat. c. 57.)

54 Ceterum ut singillatim, quæ ad oculorum internam structuram concurrunt perpendamus, sex musculi, seu citius musculorum paria nervis è cerebro provenientibus instructi, ad oculos diriguntur, qui in oculi medio ipsi adhærent, nomenque à motu, quem ipsi imprimunt, nanciscuntur. Musculus ille, qui oculum sublevat, *elevator*, seu *superbus*; qui ipsum dejicit, *depressor*, seu *humilis*; qui ad nasum, ut ad bibendum fieri solet, oculum dirigit, *bibitorius*; qui demum versus aures o-

culos adducit, ut indignantibus mos est, *indignatorius*, dici consueverunt. Atque hos quidem musculos, quod in quatuor contrarias plagas singuli in singulas oculos convertant, *rectos* etiam appellant; ut ab eis distinguant, qui oculos in varias partes trahunt, ac diversis affectibus exprimendis inserviunt, qui idcirco *amatorii*, seu *pathetici* audiunt.

55 Partes bulbum oculi componentes, et ex quorum solertissima collocatione visio perficitur, sunt potissimum membranæ et humores. Membranæ seu tunicæ sunt tres, extima, media, et infima. Exterior EFFEM (fig. 2) ad sphæricam figuram accedit, et à cerebro cum nervo optico M descendit, estque *duræ matris* seu tunicæ exterioris medullam cerebri circumvestientis propagatio; idcirco ab ejus duritie græco nomine *sclerotica* appellatur in parte posteriore FEMEF, ubi opaca est, ac valde crassa ut oculi substantiam contineat. Ad anteriorem tamen partem circumducta FAF pelluciditatem induit, atque idcirco *cornea* dicitur; quoniam radii lucis per ipsam transmittuntur, qui pellucidi corporis character proprius est. Membrana in medio loco sita, est tunica quædam præcedente subtilior, ac *piæ matris* productio, à cerebro cum nervo optico M derivans, ac per MDHHD distenditur. In posteriore sui parte, quæ scleroticæ respondet, illique adhæret, vocatur *choroides*; dum, quæ corneam respicit HH, *uvea* dici consuevit, eo quod granum uvæ detracto pediculo perforatum exhibeat, quod foramen *pupulam*, seu pupillam vocamus:

cui proximè annectuntur ciliares fibræ, quæ juxta lucis copiam contrahuntur, aut dilatantur, ut radios in majore, aut minore quantitate excipiant, prout ad visionem perficiendam necessarii sunt. Quum tamen diversos colores referant, *iris* vulgò appellantur. Ultima denique tunica ex fibrillis in modum retis contexta, nervi optici MLL productio est, ac *retinæ* ab ejus textura nomen accipit: ad anteriorem tamen oculi partem non pertinet, quum aliæ ad ipsam extendantur. Ab ipsa *processus ciliares* derivantur, ubi in fornicis modum DBD curvatur ad internam oculi partem.

56 Tres etiam humores in oculis sedem habent: *aqueus* scilicet, *crystallinus*, ac *vitreus*, ob quamdam cum his substantiis similitudinem ita appellati. Aqueus humor ad anteriorem oculi partem inter *corneam* atque *uveam* situs jacet. Crystallinus ad modum lentis opticæ conformatus, aqueo paulo densior est; ac post *uveam iridemque* inter aqueum, et vitreum humores jacet à ligamentis ciliaribus veluti retentus, in concameratione DCD inclusus. Vitreus demum ad posteriorem oculi partem DLLDB continetur, atque à retina, et crystallino humore comprehenditur, à quo tamen membrana quadam tenuissima, quam *araneam* placuit anatomicis vocare, segregatur. Mirum artificium, quo ejusmodi humores dispositi sunt, ex sequentibus palam fiet.

57 Jam ut visionis naturam contemplemur, opus est, quasdam opticas notiones præmittere, quæ ad sequentia explicanda manuducunt.

1. Radius opticus est recta illa, quæ ex aliquo objecti puncto adveniens, ac in partem anteriorem oculi incidens, humores omnes penetrat, atque in retinam defertur, ut AF, BD, CE (fig. 3.) 2. *Axis opticus* est radius ille, qui centrum pupillæ irrumpit, ut BD. 3. *Conus opticus*, quæ *pyramis* etiam dicitur, à radiis omnibus, qui ex aliquo puncto divergentes proveniunt, formatur, ac basim in pupilla habent, ut GAH, GBH, GCH. Hujusmodi cono conus alter opponitur, cujus basis in eodem pupillæ loco sita est, vertex autem ad retinam pertinet. 4. Ex utroque cono exteriore, nimirum qui à radiis divergentibus fit, et interiore à convergentibus formatus, *penicillus opticus* BGDHB componitur, qui apicem unum in aliquo objecti puncto B, et alterum in puncto retinæ D sibi respondente habet. 5. Tot itaque penicilli ex objecti superficie ad pupillam remitti debent, quot sunt in objecto puncta conspicua, atque in imagine in retina conformata exprimuntur.

58 His notionibus præjactis, visionis ratio sic explicatur. Ex singulis objecti punctis, ut A, B, C (fig. 3), radii lucidi excitantur, atque ad oculi pupulam remittuntur; ubi ope refractionis simul collecti penicilli, modo exposito ad retinam deferuntur, inibique punctis respondentibus ita collocantur, ut objectum ABC adamussim in EDF exprimatur, nulla partium confusione notata; sed puncta, ac partes singulæ extra partes, delineata, accuratissimam objecti imaginem depingunt, eo ferè mo-

do, quo radii lucis à vultu hominis suam in speculo imaginem contemplantis, ejaculati, faciem ipsius repræsentant prototypo simillimam. Hæc imago blandissimè nervos opticos pervellicans, ipsorum medio hanc sensionem ad animæ sedem transmittit, à qua objecti perceptio in ea continuò excitatur: quæ quidem perceptio hoc modo peracta, *visio* nuncupatur. Luculentius hoc ipsum in oculo bovis aut pecudis è loculamento capitis extracto observabis si posteriores membranas, scleroticam et choroidem detraxeris; cujus loco folium chartæ albumen ovi, aut tenue velum opposueris: inibi enim accuratissimam objectorum imaginem, contra quæ pupilla respexerit, depictam videbis. Idem etiam evenit in conclavi penitus clauso, ut luci aditus omnis intercludatur, nisi per foramen in fenestra aut muro dispositum, ita ut ad parietem oppositum pertineat, aut in charta alba excipiatur; in qua omnia, quæ contra foramen versantur, situ inverso delineantur.

59 Corol. 1. Imago itaque objecti in fundo retinæ situ inverso depingitur, neque ob in tamen deduxeris eodem modo à nobis conspectum iri, huncque errorem consideratione et consuetudine corrigi; ut nonnullis placuit existimare, asserentibus reapse à nobis situ inverso objecta videris, nec nisi longo usu ab infantia docti, experientiaque magistra judicium dirigente, rectum existimamus, quod inversum præsentatur. Quod quidem falsum esse, vel ex eo colligitur, quod quum per lentem convexam

objecta introspicimus, hoc judicium eorum inversionem non corrigit: at eo situ exhibetur, quo juxta opticæ leges representari debere, postea trademus. Quare objectum ABC etiamsi in oculo inverso situ EDF depingatur, anima tamen illud refert ad puncta, è quibus sensatio provenit; ita ut punctum F ad A referat, punctum D ad B, atque E ad C: ex quo perspicuè deducitur, sagittam ABC situ suo aspici rectam debere, etiam ab infante, qui primum in eam oculos intendit, neque hujusmodi correctiones adhibere didicit, ut sensuum perceptiones judicio pervertat.

60 Neque dixeris, plurima à nobis experientia, ac longo rerum usu magis præstari præsertim in magnitudinibus, distantiis etc. quam ex his, quæ natura duce ab objectorum visione hauriamus. Celebris est apud opticos historia illa pueri 13 annos à nativitate in cæcitate permanentis ob pupillam penitus interclusam, cui insignis anatomicus anglus Cheseldem manum medicam adhibens, pupilla intercissa, visum procuravit. "Quum distinctè cernere cœpisset, adeò non poterat de objectorum distantia judicium ferre, ut omnia oculis contigua putaret: inter se, et cubiculi parietem intervallum aliquod interesse, res ei erat conceptu difficillima. Omnia apparebant sub initium ultra modum grandia: capere non poterat, qua ratione tota domus esset suo cubiculo major, licet perbenè intelligeret, hoc illius partem esse. Quum imagines coloribus expressæ exhiberentur, tunc verò perplexa videbant

tur omnia: duorum mensium spatio opus erat, donec comprehenderet, nonnisi repræsentationem corporum solidorum per eas haberi. Oculos sub initium versus objecta non dirigebat: imò ut hoc faceret, paulatim et longiore tempore assuescere debuit. Atque hæc facilè cuivis persuadebunt, nequivisse puerum de distantia, et figura corporum judicium ferre, nisi postquam sæpius advertit, imò postquam habitudinem id advertendi contraxit, quod non solum diversitas quædam esset in impressionibus ex mutata figura et situ imaginum in oculis depictarum; sed etiam certa quædam relatio cum ideis ad motus organi tactus excitatis. Oculos versus objecta dirigere haud antea didicit, quam experiretur, hanc ipsam idearum congruentiam esse tum maxime luculentam, quum oculus certum situm respectu objectorum haberet. Denique quisque videt, eum non antea videndi usum ceteris communem obtinuisse, nisi assuetudine contracta dijudicandi quam promptissimè, qua ratione id, quod oculum alliceret, in reliquos sensus esset acturum." Hæc, inquam, omnia à Caillo in Optica num. 75 transcripta, perbellè se habent, probantque plura à nobis consuetudine ac longo rerum usu præstari in objectorum optica dispositione, quam præstaremus, si ut Adamus adulti in mundo collocaremur. Verum ipsum objecta inversa vidisse aliquo documento ostendere opus erat, ut res intentum probaret: quod quum nec longissimè ex tali narratione deducatur, contrarium potius apparet; pue-

rum nimirum erecta, ac situ naturali posita objecta conspexisse. Nonnulla tamen in ejusmodi eventu per trasennam animadvertere placet. 1. Quamvis Chelsedenus affirmet, puerum ingenio satis præclaro donatum fuisse, tamen relatè ad objecta externa, quæ penitus ignorabat, veluti tardo intellectu conformatum censendum esse. 2. Ejus mentem in ætate annorum 13 in nativa cæcitate transacta non debere conferri cum puero ejus ætatis, qui integris sensibus natus esset: sed fortassè cum infante, aut puerulo duobus aut tribus annis nato comparari debere. 3. Mentem ejus ab objectorum ipsi insolitorum varietate ita turbatam fuisse, ut nobis contingeret, si ad Saturnum aut Uranum transferremur. Et quidem quum in magnam quamdam urbem appellimus, primis diebus mentem adeò confusam experimur, ut objecta permutemus; viæ publicæ, diversorium, ædificia, etiam semel aut iterum frequentata, velut nova appareant: quin id nisi idearum confusioni, quas ob multitudinem necdum distinctas efficere licuit, tribuendum videatur. Sed hæc hactenus.

61 Corol. 2. Ex dictis facilè discrimen visionis distinctæ, claræ et confusæ eruitur. Nam 1. ut objectum clarè ac distinctè cernatur, ex omnibus illius punctis radii lucis ad oculos deferri debent, intensione sufficiente, ut ejus imago ad vivum expressa, non dilutis coloribus depingatur; aut paulò intensioribus, qui vehementer retinam concutiant, atque ad vibrationes nimis violentas, convulsionum simi-

les, determinent. In utroque enim casu aut sensatio debilis, quæ in animo perceptionem vix excitet, aut justo vehementior, quæ irritet potius, quam alliciat, sequatur, necesse est. 2. Debent penicilli ita disponi, ut apices interni ad ipsam retinam pertingant: si enim ad eam non pertineant, imago depingi non potest: si ultra ipsam protendantur, umbra quædam citius quam imago, delineabitur; veluti si penicillo, ad parietes dealbandas adhiberi solito, imaginem quis depingeret, ut postea in *presbyto* ac *myope* oculo explicabitur.

62 Enimvero si hæc ita se habent, inquies, objectum distinctè in certa quadam distantia tantum conspici poterit; qua vel tantillum variata, visio confusa sequetur, quod experientiæ contrarium est; quum idem objectum æque distinctè ad duos, quatuor, plures etiam passus adhuc cernatur, ut ABC (fig. 3), si ad distantiam *abc* collocetur. Ut hanc difficultatem explanarent, plura sunt ab anatomicis, et physicis excogitata: et primò quidem communior solvendi nodi modus fuit, ad contractionem, atque expansionem retinæ confugere, ut ita oculus diductus, aut contractus radios pro rei necessitate exciperet. Verum difficile admodum videtur, parvam contractionem, aut diductionem, quemadmodum in retina locum habere potest, tantum effectum producere, quantum distantiarum limites, inter quos visio clara ac distincta continetur, exigerent. Alii à crystallini humoris contractione, aut expansione id ipsum derivant; quæ sententia eadem, ac præ-

cedens, difficultate opprimitur; quoniam hæc minima variatio impar videtur ad magnas et minores distantias intra eamdem oculi sphæram comprehendendas. Quarè præter jam assignatas causas ad majorem, vel minorem convexitatem, quam pro libito corneæ dare possumus, et quam recipere ob flexibilitatem, ac elasticitatem facilè concipitur, cum aliis recurrendum videtur. Quippe aucta convexitate in lente refringente, variatur inflexio radiorum; unde si convexitas tam in cornea, quam in humore crystallino augeatur, ac retina eodem motu distrahatur, tres adsunt sufficientes causæ, quæ simul adjuvent ad effectum producendum. Semper tamen verum manet, distinctam visionem intra certos limites concludi, quam pro oculi conformatione valdè differre, imo etiam in eodem oculo, labente ætate, variari, res est omnibus notissima. Minuscula corpora oculus benè conformatus intra 7, aut 8 pollices discernit; quæ si viciniora fiant, aut ulterius nimium removeantur, confusè prorsus videntur.

§. II.

Phænomena quædam optica exponuntur.

63 Phænom. 1. "Objecta corpora, quæ remotiora fuerint, minora nobis apparent; majora, quæ viciniora: ex. gr. majus conspicitur objectum, AC (*fig.* 3) quam *ac*." Nam corpus oculo proximius majorem angulum opticum AOC in pupillæ centro complectitur; quare est

majorem imaginem expingere debet, quoniam ab ejus magnitudine magnitudo imaginis derivatur. Quo enim majus spatium angulus comprehendit, grandior evadit in retina punctorum disjunctio, quæ imaginem expromunt. Unde si corpus ulterius removeatur, angulus opticus *aOc*, atque adeo radii *ef* minore spatio coarctantur, ex quo contractiorem imaginem depingent. Quumque perceptio objecti ab hujusmodi radiis retinam vellicantibus in anima excitetur (58); prolixior imago grandius objectum, contractior minus repræsentabit. Hinc 1. stellæ remotissimæ, quæ nonnisi telescopiis deteguntur, invisibiles sunt; quia eorum imago sub minimo angulo in retina depingitur; qui per refractiones, quas subit in lentibus telescopii, auctus objectum reddit perceptibile. 2. Columnæ in templis, porticibus, arbores in ambulacris, si ad magnam distantiam protendantur, etiamsi parallelæ sint, sensim tamen ad se accedere, et constrigi videntur. Nimirum angulus opticus, quo magis illa recedunt, subinde minor fit; ita ut arbores dum per magnum tractum parallelæ disponuntur, ut in viis publicis fieri solet, ad magnam distantiam conjungi videantur. 3. Turres quadratæ munitiones urbium angulares etc. eminus conspectæ, apparent rotundæ, quia in magna distantia angulorum acies evanescunt in minimo angulo conspectæ. 4. Minuta corpora si nobis proximiora sint, majora apparent, quam alia enormia mole donata, à quibus valdè distamus: major quippe angulus à parvo corpore vicino,

quam à magno remotissimo subtenditur in oculo, ut in luna et stellis videmus fieri; ex quibus prima, quum exiguè molis sit respectu stellarum, nobis luminare magnum apparet ob vicinitatem, quæ ipsi cum terra intercedit, à qua stellæ enormiter disterminantur.

64 Schol. Fatendum tamen, plura nos ab assuetudine atque usu judicare de objectorum magnitudine et distantia. Nimirum etiamsi à magnitudine imaginis in retina depictæ plurimum illa dependeant, quandoque tamen non ejus magnitudinis objectum conspicimus, quam pro magnitudine imaginis in fundo oculi expressæ referre deberet. Hoc frequenter usuvenit, dum de objecti distantia ex præhabitis notionibus dijudicat animus: ex. gr. dum hominem centum pedes distantem ad nos accedentem intuemur, nullam in ejus magnitudine varietatem animadvertimus, quamvis angulus opticus notabiliter varietur, à distantia 100 ad duorum, triumve pedum terminum, in quo demum consistat. Si in præalta turri hominem collocatum suspicimus, minore statura exhibetur, quam si ad eamdem distantiam in planitie ipsum contueamur: quum idem angulus opticus in pari distantia ab eodem objecto subtendi debeat. Videlicet familiare nobis est objecta in planitie sita conspicere, de eorumque distantia et magnitudine dijudicare, quum ob infrequentem usum oculos ad summa fastigia attollendi, nonnisi ab angulo optico in retina formato de objectis inibi constitutis judicemus. Ex quo id etiam explicari posse videtur,

cur objecta in eadem distantia collocata, si alia intermedia corpora jaceant, remotiora; si desint, viciniora judicamus: quum tamen ejusdem magnitudinis apparere deberent ex optico axiomate hactenus exposito, objecta nimirum æqualia videri quæ sub æquali, majora, quæ sub majore, minora, quæ sub minore angulo optico repræsentantur. Satis enim familiare nobis est, ab interpositis corporibus objectorum distantiam metiri; quarè si plura interjaceant corpora, longè dissitum objectum putamus; nullo autem interposito medio, propius à nobis abesse credimus, ejusque minorem à nobis distantiam.

65 Phænom. 2. "In quolibet oculo imago objecti depingitur, quin objecta duplicia cernamus; quod contingere debere, ex eo vel maximè liquet, quod cuilibet impressioni sua in anima perceptio respondeat; quare duplici imagini in retina depictæ, duplex sensatio ac perceptio respondere oporteret." Verum notandum ad solutionem hujus problematis, duplicem illam impressionem tandem in una coire, per nervos opticos ad communem animæ sedem translatam; ut etiam in auditu experimur, duplici sensationi à quolibet corpore sonoro impressæ, unam tantum perceptionem respondere, quin voces duplicatas audiamus. Quod si aliquo modo radios visuales in choroide distorquere velimus, alterum ex oculis digito premendo, ita ut duplex impressio distrahatur, nec velut una ad cerebrum propagetur; objecta duplicia videri, nos docet ex-

perientia. Buffonius tamen id repetit à judicio impressiones corrigente; ut modo in scholio præcedente in diversis casibus fieri animadvertimus: adeoque puerulos in infantia objecta videre duplicia contendit, quem tamen errorem, ætate paulatim unum esse, quod duplex apparet, docente, sensim corrigunt, donec duplicitas illa penitus obliteretur. Ceterum nec in cæco illo nato, postquam visum recuperavit, hoc fuit animadversum; nec ullum signum apparet in pueris, ex quo id evenire colligere tuto possimus. Josephus Xaverius Poli ab omnimoda imaginum similitudine unitatem in objecto viso provenire asseverat; quod et ad alios sensus, in quibus duplex sensio imprimitur ab objectis corporibus extendere non dubitat. Verum ovum ovo simillimum nobis apparet, et tamen duplex non unum præsens intuemur, quando duo ante oculos nulla varietate discrepantia obversantur. Scio à loci disjunctione id repeti posse; quarè cuique liberum permittimus, quamlibet ex præfatis explicationibus, quæ magis arriserit, adoptare. Sunt etiam, qui opinentur, numquam ambobus oculis nos objecta conspicere, sed alternatim nunc dextro, nunc sinistro; ut dum incedimus, alterutro tantummodò pede solum premimus. Hujusmodi paradoxa invenire impervium non est; ea tamen solidis rationibus stabilire, difficillimum.

66 Phænom. 3. "Quædam objecta motu pernicissîmo delata, ut planetæ in orbitis, terra in hypothesi copernicana, etc., immota nobis

apparent, dum tamen provehimur portu, terræque, urbesque recedunt, quæ suis locis immotæ persistunt." Hujus phænomeni causa est motus imaginis in retina depictæ, qui si admodum lentus fuerit, locum sensibiliter non variat, ut evenit in planetis, qui ob enormem distantiam spatium, quod intra exiguum tempus decurrunt, puta minutum secundum, angulum exilissimum in oculo subtendunt, ac proinde imago admodum lente in oculo procedit. Generatim ut motus ab oculo discerni queat, angulum 25 secundis majorem debet formare; quod nisi eveniat, vel pernicissimum motum, ut et immensa corpora longissimè dissita, non discernemus. Ceterum angulus iste, cujus crura ad duo loca pertingunt, ut motus de loco ad locum percipiatur, perinde in oculo formatur, si ipse quiescat, et objectum moveatur, vel oculo moto, loca immota permaneant: situs enim in retina æquè in primo, atque in altero casu variatur. Quarè si nec opinantes locum mutemus, circumstantia corpora immota situm in retina variabunt; adeòque nobis moveri videbuntur. Hinc nisi aliundè motus noster nobis innotescat, numquam ex objecti mutatione tutò deducere possumus, quinam ex duobus locum mutet, nos, an objectum, cujus motum animadvertimus. Unde à judicio sensuum motus cœli, aut telluris numquam definietur. Ex quo id etiam spontè descendit: si oculus et objectum æquali velocitate versus eamdem plagam ferantur, ita ut imago continenter in eodem retinæ spatio depingatur, immotum nobis

perientia. Buffonius tamen id repetit à judicio impressiones corrigente; ut modo in scholio præcedente in diversis casibus fieri animadvertimus: adeoque puerulos in infantia objecta videre duplicia contendit, quem tamen errorem, ætate paulatim unum esse, quod duplex apparet, docente, sensim corrigunt, donec duplicitas illa penitus obliteretur. Ceterum nec in cæco illo nato, postquam visum recuperavit, hoc fuit animadversum; nec ullum signum apparet in pueris, ex quo id evenire colligere tuto possimus. Josephus Xaverius Poli ab omnimoda imaginum similitudine unitatem in objecto viso provenire asseverat; quod et ad alios sensus, in quibus duplex sensio imprimitur ab objectis corporibus extendere non dubitat. Verum ovum ovo simillimum nobis apparet, et tamen duplex non unum præsens intuemur, quando duo ante oculos nulla varietate discrepantia obversantur. Scio à loci disjunctione id repeti posse; quarè cuique liberum permittimus, quamlibet ex præfatis explicationibus, quæ magis arriserit, adoptare. Sunt etiam, qui opinentur, numquam ambobus oculis nos objecta conspicere, sed alternatim nunc dextro, nunc sinistro; ut dum incedimus, alterutro tantummodò pede solum premimus. Hujusmodi paradoxa invenire impervium non est; ea tamen solidis rationibus stabilire, difficillimum.

66 Phænom. 3. "Quædam objecta motu pernicissîmo delata, ut planetæ in orbitis, terra in hypothesi copernicana, etc., immota nobis

apparent, dum tamen provehimur portu, terræque, urbesque recedunt, quæ suis locis immotæ persistunt." Hujus phænomeni causa est motus imaginis in retina depictæ, qui si admodum lentus fuerit, locum sensibiliter non variat, ut evenit in planetis, qui ob enormem distantiam spatium, quod intra exiguum tempus decurrunt, puta minutum secundum, angulum exilissimum in oculo subtendunt, ac proinde imago admodum lente in oculo procedit. Generatim ut motus ab oculo discerni queat, angulum 25 secundis majorem debet formare; quod nisi eveniat, vel pernicissimum motum, ut et immensa corpora longissimè dissita, non discernemus. Ceterum angulus iste, cujus crura ad duo loca pertingunt, ut motus de loco ad locum percipiatur, perinde in oculo formatur, si ipse quiescat, et objectum moveatur, vel oculo moto, loca immota permaneant: situs enim in retina æquè in primo, atque in altero casu variatur. Quarè si nec opinantes locum mutemus, circumstantia corpora immota situm in retina variabunt; adeòque nobis moveri videbuntur. Hinc nisi aliundè motus noster nobis innotescat, numquam ex objecti mutatione tutò deducere possumus, quinam ex duobus locum mutet, nos, an objectum, cujus motum animadvertimus. Unde à judicio sensuum motus cœli, aut telluris numquam definietur. Ex quo id etiam spontè descendit: si oculus et objectum æquali velocitate versus eamdem plagam ferantur, ita ut imago continenter in eodem retinæ spatio depingatur, immotum nobis

visum iri, nisi loci mutatio aliundè nobis innotescat.

67 Phænom. 4. "Qui è magna luce in conclave mediocriter obscurum ingreditur, nihil prorsus initio discernit; paulatim tamen circumstantia objecta conspicua fiunt, donec ad certum claritatis gradum deveniamus. Quod si de tenebris ad plenam lucem transferamur, molesta quadam sensatione oculi perstringuntur, donec sensim claritati assuescant." Facilè hujus phænomeni causam rimabimur, si pupillæ dilatationes et contractiones, quæ necessariæ sunt ad lumen in oculum radios intromittens excipiendum, momento temporis fieri non posse animadvertamus. Quare dum è plena luce in conclave paulò obscurum pupillam contractam, ne nimio fulgore oculus offendatur, deferimus, pedetentim illam diducimus, atque ad gradum necessarium, ut lumen in conclavi diffusum recipiat, attemperamus: idcircò etiam objecta sensim apparere incipiunt, ac magis illustrari, quousque juxta lucis quantitatem plus minusve conspicua fiant. Contrarium in altero casu evenire, res est manifesta; adeoque oculus nimis diductus majorem luminis quantitatem recipit, quam illæsus manens sustinere possit. Quod si pupillam contrahere, et diducere pro libito possemus, concubia etiam nocte, ut aves nocturnæ, et feles, omnia objecta discerneremus. In felibus quidem interdiu notabilis contractio pupillæ observatur, ita ut vix filum tenue in maximo diei explendore in ipsorum oculis appareat. No-

cte autem, etiam per subterraneos meatus, certa figunt vestigia, prædamque discernunt; quippe qui pupillam in circelli modum distrahunt, radiosque lucis vel tenuissimos colligunt, qui loca etiam obscurissima irrumpunt.

68 Phænom. 5. "Sol et luna in horizonte majora nobis apparent, quam in meridiano; eorumque magnitudo decrescit, quo magis ab horizonte removentur: quæ deinde iterum augetur, dum ad illum denuo accedunt." Plura huic quæstioni solvendæ excogitata sunt, quæ paucis de more complectemur. Sunt, qui ab assuetudine judicandi corpora, quæ minore luce perfusa cernuntur, remotiora; quæ verò luce vivida nos perstringunt, viciniora putamus, id provenire asserant. Et quidem solem in horizonte illæsis oculis intuemur, ob maximam radiorum lucis absorptionem, quam ab atmosphæra patiuntur. Quare quum objecta minore luce perfusa, remotiora putemus, ut etiam in picturis evenire observamus, in quibus hoc artificio pictores nobis illudunt, atque objecta remotiora majore mole donata existimemus; luna, quæ remotior in horizonte videtur, etiam major appareat, necesse est. Alii à corporibus intermediis, quæ dum astra in horizonte versantur, ac judicium comparativum distantiæ permittunt, ut in scholio præmisimus illusionem derivari pronunciant: quoniam ab hac interpositione astra in horizonte collocata remotiora ob corpora interposita judicamus; in zenith, nullo interjacente corpore medio, minus à nobis sejuncta credimus; ex qua præcon-

cepta vicinia, minus in zenith, quam in horizonte sidus nobis repræsentamus. Attamen conclave supellectili vacuum grandius comparet, quam eadem instructum: quare non semper corpora intermedia hujusmodi illusionem producunt. Ad majorem vel minorem pupillæ restrictionem quidam recurrunt; indubium quippe est, aperiri pupillam, quum lux blandè eam permulcet; contrahi, dum nimio fulgore perstringitur. Idcirco astra in horizonte locata, quæ suavius ad pupillam radios emittunt, majorem ipsi dilatationem permittunt, quam in zenith existentia, quum eorum fulgor maximam parit in pupilla restrictionem. Esto (fig. 4) objectum AB, pupillæ amplitudo *ab*; tunc erit objecti in retina depincti magnitudo HF: et hic casus erit solis in zenith existentis. Fiat pupillæ distensio prolixior, puta *dc*; imaginis magnitudo tunc erit KG, procul dubio major, quam HF. Dissimulare tamen non licet, angulum opticum à quibusdam astronomis tam in horizonte, quam in meridiano æqualem judicari; adnitentibus aliis, majorem in meridie, quam ad ortum et occasum prædictum angulum fieri, eo quod per terræ semidiametrum astra in horizonte posita ab oculo spectatoris disterminentur, quod in meridiano locum non habet. Et quamvis in aliis sideribus hoc distantiæ augmentum nullius momenti sit existimandum; in planetis, ac luna præsertim telluri proximiore, aliquam in angulo optico varietatem inducere debere, suspicari fas est. Præcedenti aliam adjungit causam Orlandus in notis

ad Muschenb. Si objectum aliquod, convexa lente oculis admota, inspicitur, auctum illud videtur; remota verò paululum ab oculis lente, quum magis auctum, tum oculo proprius idem apparet; eoque semper majus, proximiusque, quo major porrò fit lentis ab oculo distantia. Atmosphæram terrestrem circumfusam in modum lentis considerare possumus, ac radios ex tenuiore æthere in suam superficiem incidentes versus terræ centrum inflectere. Et quoniam spectatoris oculus à variis aereæ superficiei partibus variè distat, minima distantia est verticalis linea è spectatoris oculo ad ejusdem zenith seu verticem ducta: ceterarum verò ea major, quæ ab hoc verticali magis distans ad horizontem inclinatur: horizontalis demum distantia aliarum omnium est maxima. Quid verò ex his sequatur facilè est prænoscere, solem videlicet in medio cœli constitutum conspici per radios refractos in ea sphæræ aereæ superficiei parte, quæ vicinissima oculo jacet; eumdem verò in horizonte positum videri per radios refractos in ejusdem aereæ superficiei parte, quæ longissimè à nobis remota est: quamobrem exorientem, vel occiduum solem veluti per lentem nos videre longissimè ab oculo distantem; eumdem vero solem medium cœli tenentem, per eamdem lentem intueri oculis nostris maximè propinquum. Quid ergo mirum, si sol et luna majores nobis in horizonte appareant, quam medium cœli cardinem tenentes? Quam volueris ex his explanationibus adoptare, per me licet.

69 Phænom. 6. "Presbytæ, ut ritè objecta discernant, ea removere; myopes ad oculum approximare debent." Primum phænomenon in sensibus, à quibus nomen è græco vocabulo accepit, frecuenter observamus; nisi myopes seu lusciosi à natura conformati sint. Vidi enim senem 84 annos natum *breviarium* legere, librum in minima ab oculis distantia collocando. Ab oculi conformatione utrumque vitium oriri, planum est. Presbytæ depressiores oculos, seu crystallinum humorem parum convexum habent; unde radii ab objectis vicinioribus advenientes, nimium divergunt, attinguntque retinam, antequam uniantur. Oppositum myopibus usuvenit, quorum magna oculi convexitas radios nimis convergentes efficit, atque adeò prius uniuntur, quam ad retinam pertingant. Hinc ut utrique vitio occurratur, presbytæ conspicillis convexis, myopes concavis uti debent; ut infra, ubi de luce refracta sermo erit, exponetur. Ceterum vulgare est, quamvis Bomare in Lexico Historiæ naturalis addubitet, myopes constanter eamdem vim in oculis retinere; eo quod eorum oculi, ætate ingravescente, planiores evadant.

70 Schol. Quod ad strabones attinet, Buffonius nonnisi uno oculo ipsos objecta intueri existimat. Si enim binos oculos in objectum dirigerent, ob axium opticorum divaricationem perplexæ nimis ad cerebrum imaginum sensationes transmitterentur. Unde strabones longo usu discunt, unum tantum oculum versus objectum dirigere, altero distorto versus internam

partem admoto. Ceterum in lusco oculo non in centro retinæ, ut in oculo sano fieri solet, sed versus alterum lasus, imago conformatur. At, inquies, plura sunt insecta, quæ innumeros oculos habent, observante Reaumurio; et aranei quidem 8 aut decem etiam oculis instruuntur, quorum aliqui ad partem dorsi jacent: nihilo tamen minus objecta ritè distinguunt, atque in prædam rectissimè feruntur; quod non eveniret, si objecta multiplicata conspicerent. Maximè, inquam, hæc phænomena locum habent, si horum insectorum oculi ita conformati sunt, ut nervi optici ad animæ sedem impressiones transferant, eo modo quo in nobis ex duabus imaginibus una tantum oritur sensatio. Ex quo satis colligitur, in strabo oculo imaginem eo situ depingi, qui ad cerebrum impressiones non transmittit; eo modo quo ad unitatem sensationis requiritur, ut in rectè vidente fieri observamus.

71 Demum ne plura persequamur, quæ ex hactenus dictis facilè explicari possunt, sequentia tantum phænomena breviter indicare sufficiat. 1. Dum torris ardens velociter circumagitur, circulus accensus aspicitur; quia vibrationes in oculo excitatæ creberrimæ sunt, ita ut dum punctum unum commovetur, sequentia in motu perdurent, ex quibus impressionibus simul durantibus circuli visio enascitur; quod non evenit, quum lentè torris circumvolvitur, atque duo aut tria minuta secunda in illius circumvolutione impenduntur: tum enim sufficiens spatium datur retinæ, ut ab una

ad alteram impressionem quiescat punctum commotum. 2. Ex adducta etiam causa oritur impressio simultanea plurium corporum enormiter invicem distantium, quorum distantia ita repræsentat contigua, ut unum corpus continuatum existimemus; veluti in stellis nebulosis, via lactea, aliisque oculo nudo observatis, quæ plures quum sint, ac telescopiis disjuncta observentur; velum, nebula, aut stella una spectatori nudo oculo ea contemplanti, exhibentur. 3. Palpebris conniventibus in facibus accensis radii quidam ac luminis ductus longissimi cernuntur; quia lux ciliorum pilis diffringitur, ac radii divaricantes in retinam ingrediuntur. Ab eadem etiam causa stellarum capillitium repeti potest. Porrò luminis *diffractio* à P. Grimaldio è Soc. J. detecta, est inflexio quædam radii ad utrumque latus, dum per cuspides corporum opacorum transit parum invicem distantes, post quas radius divaricatus apparet.

CAPUT QUINTUM.

DE LUCIS REFLEXIONE, SEU CATOPTRICA PHYSICA.

§. I.

De causa reflexionis luminis.

72 Motus reflexus, quemadmodum in ceteris corporibus motis, quæ in aliquod impe-

dimentum impingunt, ita etiam in luce locum habet, quæ et verum corpus existit (3), et motu defertur celerrimo (5). Ex hac lucis proprietate nobilis scientia, quæ *Catoptrica* dicitur, ortum duxit; in qua radiorum luminis reflexio, ipsius reflexionis causa, leges, proprietates, phænomena, sive speculorum omnium genera exponuntur. Quid autem "radius directus sive incidens, radius reflexus, angulus incidentiæ, angulus reflexionis, superficies reflectens, et planum reflexionis," ubi de motu reflexo egimus, exposuimus in physica generali, et probè hic ad manum habenda sunt. *Cathetus incidentiæ* est recta BE (fig. 5) ab objecto aut corpore luminoso, quod *punctum radians* etiam dici solet, ad superficiem reflectentem EG perpendicularis. *Cathetus reflexionis* est altera normalis CG ab oculo C ad eamdem superficiem. Recta verò AD à puncto reflexionis A erecta, et quæ sit ipsi superficiei normalis, *axis reflexionis* audit; qui cum radio incidente facit angulum BAD, quem *inclinationis* dicunt.

73 Notum est omnibus, superficiem lævigatam lumen copiosè reflectentem *speculum* nuncupari. Alia sunt plana, omnibus notissima, quorum superficies nulla curvatura insignis est. Nam et specula curva sunt, quæ vel *convexam*, vel *concavam* habent superficiem; necnon *sphærica*, *cylindrica*, *parabolica*, *elliptica*, *hyperbolica*, cetera esse possunt. Neque difficile est concipere corpus solidum parabolicum, ellipticum, hyperbolicum generari posse; veluti sphæricum à circumvolutione semicirculi supra

diametrum (Math. 397), ita illa ex revolutione prædictarum curvarum supra axes suos.

74 Prop. I. "Lucem in corpora illapsam à quamplurimis ipsorum reflecti, experientia, et ratione constantissimè confirmatur." Et quidem lumen corpus est, adeoque impenetrabile: ergo si in partes solidas alterius corporis incidat, ubi pori non sint, qui luci aditum præbeant, cæterorum corporum more inflecti debet. Hoc etiam constantissimè in speculis omnibus evenire, adeo notum est, ut oleum et operam perdere sit, hanc veritatem amplius demonstrare. Quare ad alteram majoris momenti difficultatem, quæ hactenus philosophorum ingenia torsit, ac fortassè numquam dilucidabitur, exponendam citius, quam explicandam, gradum faciamus: causam nimirum reflexionis, cujus difficultatis cardo ut melius innotescat.

75 Observandum, superficies omnes vel lævigatissimas, ut sunt specula, quamvis hebeti sensui perfectè planæ compareant; innumeris cavitatibus asperas, ac resilientes angulos habentes microscopiis notari: quæ quidem scabrositas, respectu habito ad particulas lucis tenuissimas, perinde se habet, ac superficies terrestris vallibus ac montibus aspera ad globos tormentarios, qui in ipsam obliquè inciderent, ac proinde nulla lege quaquaversus reflecti deberent. Contrarium autem evenire experientia magistra docet, et constantissimè reflexionis leges in speculis observari, prout ipsorum superficies conformata fuerit, qui dubitet, invenies neminem. Unde igitur ordinatissimus

betur effectus, cujus nulla apparet causa, imò adest quæ contrarium parere deberet, ac lucem quaquaversus inordinatissimè propagare? Newtonus, ut nodum scinderet potius quam solveret, negavit radios lucis ad superficiem pervenire, atque à punctis superficiei retrorsum impelli; sed à potentia quadam occulta per totam superficiem diffusa ad reflectendum radios asserit determinari, antequam ad contactum partium, seu punctorum superficiei deveniant. Ovum ovo non est similius, quam hæc *potentia reflectens* newtoniana qualitatibus peripateticorum occultis, ajebat Brissonus. Attamen quum *ignorantiam nostram propalare erubescimus*, pergit idem physicus, *quod candidius, et verius foret, ad hujusmodi ratiocinia confugimus.*

76 Ceterum gravius aliud incommodum ex hujusmodi opinamento derivatur. Notum est, in speculis vitreis mercurii ac stanni patina obductis, lucem non solum ab antica superficie reflecti, verum ab postica etiam radios eadem lege retrorsum impelli, ita ut duplex imago, etiamsi non æquali claritate depicta, in speculis observetur. Si igitur radii advenientes superficiem speculi non contingunt, quod radios postica superficies reflectit? Illos, inquiunt, qui, vi repulsiva superata, in intimam speculi superficiem illabuntur, vi attractiva hucusque illos adducente: mutata tamen vice denuo repelluntur, atque ad superficiem externam per reflexionem, exigua curva descripta remittuntur, ut secundam imaginem repræsentent. Portenta ista videntur! neque facilè concipias ha-

rum virium attractivarum et repulsivarum permixtionem, quin se invicem elidant, ac destruant. Sanè plures newtoniani hujusmodi vires repulsivas non agnoscunt, ac mysterium quodam novum in naturam induci tali commento fatentur. "Quid sibi vult, (*inquit Pars à quo non abludit Saverien, ambo newtoniani*), quid sibi vult facultas ista, reflectens à speculo, et à luce distlncta, ab impulsione et attractione diversa, quæ reflexionis lucis asseritur causa unica et immediata? Nonnè quid inane ista est, gratis excogitata ad difficultates eludendas, quas non tollit?" Et quidem si inæqualitates magnæ respectu tenuissimarum lucis particularum in speculi superficie inveniuntur, innumera puncta seu exigua plana luci objiciuntur, diversis inclinationibus eam repellentia: itaque quodvis ex his planis diverso modo pro sua positione reflectet. Sphæra quippe repulsionis ad minimam à superficie distantiam extenditur, ac plano, cui adjacet, accomodatur: ergo æquè in hypothesi repulsionis, atque immediati contactus inæqualitas reflexionum locum habet. Quare sit.

77 Prop. II. "Quum facultatis repulsivæ hypothesis nullo firmo ratiocinio fulciatur, minus inverisimile apparet, cavitates speculi ab ipsa materia ætherea repleri, ac complanari, in quam incidens radius lucis æquè reflectitur, ac si in superficiem lævigatissimam incideret." Hæc quidem expositio difficultatibus non vacat; in argumento tamen obscurissimo illam præferendam ducimus, quæ minimis urgetur: quare

minus probata illa Newtoni, ac Boschovichii facultatis repulsivæ hypothesi, huic tantum locus superesse videtur; saltem dum alia probabilior non adducatur, cui calculum adjicere possimus. Et quidem assumpta in lucis particulis elasticitate perfecta, quum à postico amalgamate transfusio ætheris in speculo impediatur; haud ægrè concipitur, lucem more corporum elasticorum reflecti debere (15), angulum reflexionis angulo incidentiæ æqualem describendo.

78 Opponer. 1 Reflexio in postica speculi parte ab impactu provenire non potest. Probatur inter alia sequenti tentamine. "Si radius lucis in superficiem prismatis incidat sub angulo 40 grad. cum dimidio, pars radii minima in aerem transducitur; major verò pars in curvam inflexa, per oppositam superficiem reflexa transmittitur. Quod si rebus ita dispositis basi prismatis oleum, aut aqua supponatur, major incidentis luminis portio per oleum, aut aquam transfunditur: contra autem si omnis aer à posteriore prismatis base subducatur, succedet fortior ac vividior reflexio. Enimverò si ex impactu luminis reflexio contingeret, major ibi haberetur, ubi vitro obex opponitur; contrarium autem provenire, hoc et aliis similibus experimentis ostenditur:" ergo à superficie postica lux non reflectitur. Resp. Hujusmodi phænomena inter naturæ arcana esse anumeranda, quæ nec in hypothesi repulsionis sufficienter expediuntur. Sanè incomprehensibile est, eamdem vim attractivam et repulsivam quibusdam radiis parcere, aliis non item. Ab antica vi-

delicet superficie quidam repelluntur, ex quibus clarior imago conformatur; dum alios ab intima superficie attractos liberos abire permittit, donec amore in odium converso ab se repellat, atque ad inflexionem cogat, qua secunda illa imago depingitur. Ut phænomena hujusmodi fortioris reflexionis in vacuo exponant, ad materiam electricam copiosius accurrentem, quando aer extrahitur, nonnulli recurrunt; in quam vires repulsivas mechanicas dari passim omnes admittunt, experientia ad ipsum attestante. Alii ab atmosphæra vitri, extracto aere, magis circa vitrum addensata, ejusque poros fortius occludente desumunt. Quod autem per aquam aut oleum lux transfundatur, casus similis est transfusionis ejusdem per corpora pellucida; tum enim quasi quædam est vitri continuatio, quoniam aqua aut oleum ipsius vitri superficiei intimè adhærent. Nullam ex his responsionibus planè, phænomeno satisfacere ingenuè fatemur: illud tamen vires repulsivas evincere, neutiquam concedimus. Quare ad severioris examinis trutinam arbitramur esse revocanda ejusmodi experimenta.

79 Opponit. 2. Muschemb. "Quum tenuis solis radius per foramen transmissus in pilum, acum, filum, stamen, et alia corpora incidit, umbra multò major, quam à radiis tangentibus definienda foret post memorata corpora projicitur: ergo vix repellens prædictos radios à corpore separat. R. Aut negandum est, quod cap. 18 idem auctor asserit: radios luminis propè acies corporum inflecti, quod passim ab om-

nibus, ut verum admittitur; aut prædictum phænomenon reapse non tenet, quippe quod ex diametro alteri opponitur. Quare dici potest ab alia quam à pilorum etc. repulsione, ejusmodi majorem umbram originem habuisse; quod quidem diligentius explorandum foret.

80 Opponit. 3. Lex eadem, qua incidit, velocitate reflectitur: ac si in superficiem impingerent aliquam celeritatis partem amitteret: ergo à repulsione reflexio oriri debet. R. *dist. min.* aliquam celeritatis partem amitteret, si non ponatur perfectè elastica, *conc. min.* si perfectè elasticam ponamus, *neg.* Præterea hujusmodi æqualitas angulorum incidentiæ et reflexionis, quemadmodum et celeritatum, ad sensum tantum demonstrari potest: quare nullo argumento metaphysico satis evincitur perfecta æqualitas tum angulorum, quum celeritatum; quæ si vera sit, tantum à perfecta lucis elasticitate repeti potest.

81 Opponit. 4. Lamina vitrea, in quam radii impingunt, ac reflectuntur, in plures alias tenuiores dividi potest, ac proinde tot erunt reflexiones, quot laminæ, seu strata vitrea concipiantur: hoc falsum est, ergo et id undè sequitur. R. *dist. maj.* dividi potest, reapse tamen divisa non est, sed continuata, *conc.* dividi potest, et divisa est, ut ad reflexionem requiritur, *neg.* Quare tunc multiplicabuntur reflexiones, quum separatæ invicem laminæ impactum lucis singillatim recipiant. In sono hoc argumentum eodem modo instaurari posset, absurdumque probaret id, quod constanti expe-

rientia scimus contestatum: quare si sonus regeritur à superficie osciliante, quin vibrationes à diversis corporis stratis multiplicentur, sed insimul peragantur, idem in corpore lucem reflectente eveniet, quotcumque tandem sint laminæ, in quas corpus reflectens dividi potest. Propagationem enim lucis propagationi soni per quam simillimam esse, antea jam assumpsimus.

§. II.

De reflexionis legibus.

82 Antequam ulterius progrediamus, axioma generale, quod visionis tam reflexæ quam refractæ fundamentum est, statuere oportet, ex quo veluti fonte pleraque phænomena derivantur, atque exponuntur. Nimirum animam nostram objecta in illam plagam referre, ex qua ultimò ab ipsis ferimur; ita ut in illa directione objectum existere arbitremur, per quam ab illo tandem afficimur. Ex quo et illud proficisscitur, objectum à nobis videri, atque ad illud punctum referri, in quo axes optici concurrunt, quorum beneficio objectum repræsentatur. Quæ omnia constanti experientia et sensationum legibus manifesta sunt.

83 Quod ad leges reflexionis attinet, prima illa est totius catoptricæ fundamentum, quam in legibus motus reflexi in Physica generali statuimus: *Angulum incidentiæ ubique reflexionis angulo æqualem esse*. Quam quidem experientia constanti, seu *à posteriori* demonstratam asserit Orlandus in notis ad Muschemb. *à priori* au-

tem seu ab ipsa rei natura, nulla demonstratione hactenus stabilitam esse, quæ non assumat id, quod probare oporteret, aut paralogismo laboret. Sanè quam asserit Ludenna, á perfecta lucis elasticitate initium ducit, quo quidem posito, facilis ejus legis redditur ratio. Verum id poni tantum, nulla verò evidenti ratione stabiliri potest. Quare sequenti obvio experimento rem demonstrare satis sit. Super speculo plano EAG (fig. 5) statuatur semicirculus EFG, ita ut centrum ejus sit in A, et superficies ad speculum perpendicularis maneat. Sumantur æquales arcus EH, GI, sitque objectum in B, oculus autem in C; hic videbit objectum per radium à puncto A reflexum, ita ut si punctum A obtegatur objectum amplium non apparebit. Enimverò arcus æquales subtendunt annulos æquales (Math. 289): ergo angulus HAEIAG æquales sunt. Methodo etiam substitutionis, etiamsi à physica eliminandam quidem recens scriptor existimet demonstrari potest, theorema præsens, ut in motus reflexi legibus ostendimus. Nam motus lucis per BA in duos resolvi potest BE, BD, parallelum scilicet et perpendicularem ad superficiem reflectentem: at post impactum in A nullus ex his duobus motibus seu viribus eliditur: nam parallelo BD planum EA nihil obsistit; perpendicularis BE post impactum totus restituitur à lucis elasticitate: motus itaque et directiones integræ perseverant, ac proinde per diagonalem AC, cujus parallelogrammi latera DAGC æqualia sunt alterius parallelogrammi BEAD, in quo

resolutæ sunt vires incidentes per diagonalem BA; lux ad oculum resilire debet, angulis utrinque æqualibus descriptis.

84 Corol. Radius BE perpendiculariter incidens in superficiem planam EG (fig. 5), aut etiam convexam vel concavam, in se ipsum seu per eamdem viam reflectitur. Nam si per aliam viam regereretur, angulus incidentiæ angulo reflexionis non esset æqualis, contra legem primam. Est enim BEA rectus; quare si semitam aliam affectaret, puta ED, aut EC; quum hæ sint ad planum reflectens inclinatæ, angulum rectum formare non possunt.

85 Lex 2. *Radius reflexus* AC (fig. 5) *in eodem plano CBEG ac radius incidens BA jacet, quod plano reflexionis est perpendiculare.* Nam si ducatur linea BC, formabitur triangulum BAC, cujus latera sunt lineæ incidentiæ et reflexionis, quæ proinde in eodem plano esse debent.

86 Corol. 1. Ex eodem puncto plani reflectentis unus tantum radius eadem directione reflectitur; ita ut oculus C radium AC solum recipiat ex tali puncto reflexum. Quare etiamsi idem punctum è pluribus locis conspici possit, diversis tamen radiis ab eo reflexiis id eveniet, qui semper erunt in eo plano quod oculum, punctum radians et punctum A conjungit (Math. 385). Hinc in superficiebus convexis, concavis, scabris innumera plana concipi possunt juxta diversitatem punctorum superficiei, quæ diversis planis respondeant, et à quibus innumeris directionibus radii vibrantur, ut idem

punctum è diversis locis conspici queat.

87 Corol. 2. Via radii in superficiem planam incidentis BE, aut BA (fig. 5), quemadmodum et radii reflexi AC, EB etc. est omnium brevissima, quam radius peragrare potest, è tali puncto ad alterum per viam incidentiæ aut reflexionis se transferendo. Esto CB (fig. *) planum reflectens, A punctum radians, O oculus. Ductis ab A et O ad planum CB perpendicularibus AC, OB, sit I punctum in plano CB, ex quo IA, IO faciant angulus AIC, OIB æquales. Designetur aliud punctum Q hinc illinc ultra et citra I in recta CB, ex quo ducantur QA, QO erit semper AQ+QO major quam AI+IO. Producta siquidem AI eo usque offendat OB productam in V; angulus VIB, quum sit oppositus ad verticem angulo AIC, erit etiam æqualis OIB, qui ponitur æqualis AIC. Angulus IBV=IBO, quoniam recti sunt: latus IB commune est duobus triangulis IBV IBO. Sunt igitur duo triangula æqualia et latus IV=O; sicut etiam BV=BO. Ducta itaque QV, triangulum QBV=QBO, quoniam latus QB habent commune, ac latus BV=BO, et angulus QBV=QBO, quippe recti sunt: ergo QV=QO. Enimvero in triangulo AQV duo latera AQ, QV superant tertium AV; nimirum AQ+QV superat AI+IV: ergo et AQ+QO superat AI+IO.

§. III.

De speculis planis.

88 Theor. I. "In speculis planis distanti imaginis objecti post speculum apparet æqu lis distantiæ objecti ab speculo." Dem. Esto A (fig. 6) speculum, punctum radians P, seu im go in speculo repræsentanda; oculus sit in aut in N: dico objectum in R conspectum i Producatur tam cathetus incidentiæ PQ, qua lineam reflexionis NM, aut *nm* eo usque du cathetus et linea concurrant, ex gr. in R. Qua quum oculus objectum referat ad punctum u desinit linea recta NM, quæ est axis visioni imago in R apparebit. Quod autem PQ = R sit, ita ostenditur. Triangula MPQ, MRQ. l tus MQ commune habent, et angulus in Q æqu les, quoniam recti sunt, quod pariter in contingit; quippe angulus QMR ad vertic opponitur angulo reflexionis NMA, qui angu incidentiæ PMQ æqualis est ex lege prima r flexionis: ergo tota triangula æqualia sunt (Ma 334): adeoque PQ = RQ. Eadem demonstra in altero triangulo PmR iterari potest.

89 Corol. 1. Ex dictis facilè assignabit in speculo plano distantia, ad quam imago p speculum repræsentabitur: æqualis enim sem per est distantiæ ab speculo: distantia aut imaginis ab oculo æqualis est summæ radioru incidentiæ et reflexionis; quoniam MP = MR. Et quum objectum sit aggregatum punctoru radiantium vel proprio, vel mutuato lumine, e

singula imaginem forment in concursu catheti incidentiæ quum suo radio quasi post speculum prolongato, imago eamdem magnitudinem ac objectum obtinebit. Hoc tamen discrimen solum intervenit, quod partes dextræ objecti sinistris imaginis respondent, et vicissim sinistræ dextris; quia videntur in directione radii reflexi: planum autem est, radium dextrum reflecti versus sinistram partem, et vicissim, ut in globulis eburneis ludi trudiculòrum fieri videmus, quum obliquè à dextra ad sinistram, aut contra incidit globulus in labrum, seu repagulum globulis reflectendis destinatum.

90. Corol. 2. Si speculum planum horizontale jaceat sive in pavimento collocatum sit, imago objecta inversa apparebit, pedibus sursum, capite deorsum versus respiciente, veluti antipodes incedere nobis fingimus. Idcirco corpora labentia versus speculum ita constitutum, sursum ascendere videntur. Idem evenit, si speculum ad eamdem positionem horizontalem in laqueari collocatum sit; objecta inversa videntur, pavimentum elevatur, ac per illud capite deorsum versus respiciente ambulantes incedere repræsentantur. Quod si speculum inclinatum sit ad horizontem, pro gradu inclinationis hujusmodi representationes variabuntur.

91. Corol. 3. Objecto ab speculo recedente, imago recedere; accedente, ad ipsum accedere videtur. Nam imago æquè distat post speculum, ac objectum ab ipso recedit; quarè crescente, aut imminuta distantia per accessum, aut recessum, idem in imagine repræsentari debet.

Hinc etiam speculo in posteriorem partem inclinato, ita ut quemcumque angulum, puta 45 grad. comprehendat, imago ang. 90 grad. cum objecto efficiet, duplum videlicet spatium conficiens illius, quod ab speculi parte se inclinante decurritur. Tot enim gradus imago post speculum recedit, quod objectum, ab speculo seu speculum, ab eodem removetur; quare simul additis 45 = 45 + 90 evadit recessus imaginis ab objecto. Idem in quolibet inclinationis angulo ostendi potest; quæ si in partem anteriorem fiat, inversio imaginis contrario sensu fiet, homo, ex causa, in speculo versus se inclinato sub angulo 45 grad. distentus apparebit, ita ut frons ad speculum pedes ab ipso recedant, angulo 92 gr. peracto. Hæc, et plura alia proprio Marte quisque derivabit, si rite quæ hactenus explicata sunt, perceperit.

92 Corol. 4. Si pluribus speculis se invicem respicientibus collocatis, ita ut primum alterius imaginem reflexam accipiat, tertium secundi, et ita deinceps; oculos intueatur imaginem in ultimo speculo reflexam, eam videbit in distantia æquali omnibus radiis incidentiæ et reflexionis simul sumptis. De prima quidem reflexione satis constat objectum conspici in distantia æquali lineæ incidentiæ et reflexionis theor. et corol. 1. Quum autem hæc imago reflexa vices gerat objecti respectu secundi speculi, ejus distantia ab illo æqualis etiam lineæ incidentiæ, seu distantiæ ab speculo reflexionis ab oculum, si in hoc secundo speculo contempletur objectum. Quare illud re-

motum aspiciet per spatium æquale summæ harum linearum; nimirum si in primo speculo objectum distabat 4 ped. alterum verò speculum ab ipso 8 ped. removebatur, imago 12 pedes potest speculum remota apparere debet. Distantiam enim objecti respectu habito ad secundum speculum=12; adeòque imago 12 ped. ab ipso distans, post speculum apparere debet: quare multiplicatis speculis distantia crescit ea proportione qua invicem distant. Hoc artificio per plura specula continuato in Urbe diebus Natalitio Domini celebrando destinatis in repræsentatione præsepis icunculis formata, miras illusiones opticas exhiberi, quotannis testes sumus.

§. IV.

De speculis convexis.

93 Speculum *convexum* est segmentum sphæræ ABC (fig. 7) radios excipiens è plaga convexitatem rescipiente, ac illos reflectens ad partes ejusdem convexitatis BL. *Concavum* autem ABC (fig. 3) est idem segmentum sphæricum, quod radios excipit, et remittit è partibus intra concavitatem comprehensis D, F, E. Utrumque considerari potest velut superficies infinitis speculis planis composita; ut de sphæra diximus, infinitis minimis tangentibus ejus superficiem distendi (Math. 41c); adeòque utriusque speculi reflexiones commode queunt ad specula plana reduci. Omnia enim puncta, seu insensibilia segmenta superficiei APBNC magis ac magis continenter inflectuntur, et à plano HI

(fig. 7) recedunt. Quare reflexio radii KB eodem modo fit, ac si in speculum HI, quod sphæram in illo puncto tangeret, incideret. Idcircò anguli incidentiæ et reflexionis æstimari queunt aut in plano tangente HI, aut in curva ABC: vel enim erunt KBH, LBI, aut KBA, LBC; quum utrobique pares inveniantur. Axis autem reflexionis erit BM: catheti autem reflexionis et incidentiæ erunt lineæ KPD, LND, quæ per centrum sphæræ transeant, et in centro D cum axe conjungantur. Cathetus itaque incidentiæ B normalis est plano infinitè parvo per idem punctum transeunti, quod et de altero reflexionis dictum habe; unde radii hujusmodi in seipsos reflectuntur (S;).

94. Corol. 1. Radius reflexus LB si ulterius intra speculum produceretur cathetum incidentiæ KD, assequeretur in G: quare quum oculus objecti imaginem videat in concursu catheti incidentiæ ac reflexionis ex corol. 1. §. præc. objectum K in G apparebit oculo existenti in L. Ceterum quum objecti et oculi positio respectu superficiei convexæ multimodis variari queat, lex generalis hæc esto.

65 Theor. II. "Objectorum imagines in speculis sphærico convexis apparent inter centrum D (fig. 7) speculorum, et tangentem seu planum per punctum reflexionis B ductam." Triplex casus occurrere potest, in quo veritas theor. locum habet. Aut enim imago apparet in puncto aliquo intra speculum, ut modo demonstravimus in positione K, L fieri debere; aut in ipsa speculi superficie, ut in puncto D. (fig. 9) aut

inter speculum et tangentem, ut in puncto L (fig. 10). Singuli casus à magnitudine anguli, quem facit cathetus incidentiæ cum axe reflexionis à centro computati, dependent. Si hujusmodi angulus A (fig. 9) anguli incidentiæ BEX duplux sit, imago apparet in superficie D. Si fuerit A plusquam duplus anguli incidentiæ BEF, elevabitur imago atque in L apparebit (fig. 10). Demum si angulus B (fig. 7) minor quam duplus fuerit, in aliquo puncto intra PD imago comparebit. En demonstrationem tres illos casus comprehendentem. Objecti imago semper apparet in concursu catheti incidentiæ cum linea reflexionis usque ad illum continuata: enimvero si in primo casu linea reflexionis EG (fig. 10) producatur, cathetum incidentiæ BA assequitur in L: ergo ibi apparere debet imago objecti B. Idem in aliis duabus hypothesibus dictum habe. Ceterum in tribus hisce casibus imago semper apparet post planum reflexionis HI, XZ, FI, in figuris 7, 9, 10, in quo convexa cum speculis planis conveniunt.

96 Corol. 1. Radii omnes obliquè incidentes in speculum convexum, divergentes reflectuntur. Nam speculum convexum AC (fig. 7) censeri debet, veluti infinitis superficiebus planis coalescens, ex quibus singulæ positionem habent à lateralibus divergentem; quarè post reflexionem quælibet superficies radium acceptum emittere debet à lateralibus divergentem. In quolibet enim puncto angulus incidentiæ æqualis est angulo reflexionis: idcircò quum singuli radii incidant in singula puncta illa, seu

minima plana invicem divergentia, sub eodem angulo divergente versus alteram partem remittantur, necesse est.

97 Corol. 2. In speculis convexis imagines semper apparent objecto minores. Etenim radii à superficie convexa ad oculum remissi, divergentes evadunt; adeòque ab oculo ab speculum convergent, atque imaginem minorem exhibebunt. Ideò enim in speculis planis imago æqualis objecto depingitur, quia reflexio hujusmodi speculi radiorum convergentiam non immutat; quare si in convexis radii omnes sive paralleli sive convergentes, post reflexionem divergentes abeunt, imago imminuta exhiberi debet, eoque magis, quo objectum remotius fuerit ab speculo.

§. V.

De speculis concavis.

98 In speculis sphærico concavis radii incidentes possunt aut paralleli, aut convergentes, aut divergentes in ejus superficiem ABC (fig. 8) ejaculari. Radii DA, EC paralleli incidunt: radii GA, GC divergentes: alii qui ab spatio extra DFE sito provenirent, convergentes in superficiem ABC inciderent. Verum si objectum aut punctum radians in centro F collocatum sit, omnes radios FA, FC in superficiem concavam perpendiculares remittet; adeoque in seipsos reflectentur (85). Idcirco si oculus in eodem centro collocatus esset, imaginem valdè confusam, seu citius innumeras imagines simul conspiceret. Nam omnes rectæ a centro circuli

aut sphæræ ad peripheriam ductæ ipsius radii sunt, ac perpendiculariter in ipsam cadunt: quare in se regeri debent, atque imaginem toties multiplicare, quot sunt puncta reflectentia.

99 Theor. III. "Radii paralleli in speculum sphærico concavum incidentes, ut AB, ED (fig. 11), parum invicem distantes, ad punctum C reflectuntur; quod ferè medium locum obtinet inter A centrum speculi et B punctum superficiei à radio AB comprehensum: atque idcirco focus speculi nuncupatur." Prob. Ex centro speculi ducatur cathetus AD: quoniam AB, ED parallelæ ponuntur, anguli alterni CAD, EDA æquales erunt (Math. 299): at etiam CDA=EDA, quoniam incidentiæ et reflexionis anguli sunt: ergo triangulum ACD est isoscele, et AC=CD. Quare posito arcu BD minimo, CB, CD æquales haberi debent, atque adeò punctum C concursus utriusque radii est dimidia pars radii AB saltem quoad sensum. Quod si radius GH magis recedat ab axe, ejus reflexio per HP fiet, et radium AB in puncto *r* secabit in aliqua distantia à C. Verum tamen erit, ipsum ad focum C addensandum concurrere; nam focus punctum indivisibile non est, sed plurium radiorum addensatio, qui circellum quemdam in foco describunt, à quibus valida combustio oritur; quod pauci radii præstare haud valerent. Ex quo satis colligitur spatiolum quoddam à radiis convergentibus occupari, intra quod collectus, atque addensatus satis magnus radiorum numerus ex parallelis radiis AB, ED, GH compositus, cir-

cellus formabitur. Atque hinc est, quod numquam in dimidia radii parte C adamussim respondeat focus in speculis concavis, sed versus C*r* ferè concludatur.

100 Corol. 1. Radiorum igitur vires propè punctum C maximè intenduntur, qui ibi mirum in modum addensatur; ex quo plures effectus fidem penè superantes obtinentur. Speculorum hujusmodi celebratissimum est illud Tschirnausen, de quo plura traduntur admiratione dignissima, quorum præstantiora hic seligimus. 1. Lignum foco speculi admotum conflagrat, quin à vento validissimo combustio impediatur. 2. Aqua intra vas figulinum eidem foco applicata, continuò effervescit, ita ut post pauca minuta evaporetur. 3. Cuprum, argentum etc. in foco liquefiunt: lapides, aliaque corpora liquefactioni minimè obnoxia, instar ferri igniti candefiunt: ex his plura, quæ vitrificationem ab igne patiuntur, ut ardosia, statim incandescens post pauca minuta in vitrum mutatur; quemadmodum et tegulæ percoctæ, crucibula solidissima, et vasa figulina pluries ignem perpessa in vitrum nigrum, flavum, aut mixtum reducuntur etc.

101 Schol. Celebratissima fuerunt apud antiquos specula caustica Archimedis, et Procli ex quibus primus Marcelli triremes, Siracusas valida classe obsidentis, ad 30 minimum passuum distantiam combussisse fertur: alter Vitaliani naves propè Byzantium pari successu conflagrare fecit. Atque hæc quidem jam inter aniles fabulas relegabantur; eo quod, obser-

vante Kircherio, speculum Archimedis 120 passuum diametrum habere debuit; quæ moles humana arte major censebatur. Verum celebris Buffonius rem alio modo felici successu tentavit, ac obtinuit. Plura nimirum specula plana mobilia adhibuit, quæ variis inclinationibus subjacerent, ut pro libito focus contraheretur, aut produceretur in magno illo cratere in forma ad sensum sphærico-concavam conformato. Rebus ita constitutis, lignum ad 200 ped. combussit; ad 150 stannum; ad 140 plumbum liquefecit.

102 Corol. 2. Si in puncto G (fig. 8) in quod radii paralleli post reflexionem convergentes uniuntur, corpus lucens aut ardens collocetur, è puncto G ad superficiem concavam advenientes radii GA, GC paralleli reflectuntur per AD, CE, ob angulum reflexionis angulo incidentiæ æqualem. Idcirco hujusmodi specula adhiberi solent ad illuminandas publicas vias, lucerna in eorumdem foco constituta.

103 Corol. 3. Quod si è regione speculi ABC (fig. 8) aliud ejusdem constructionis statuatur, radios AD, CE, qui à corpore ardente G paralleli post reflexionem evadunt, perinde ac speculum ABC reflectet ad suum focum; in quo eosdem effectus pariet, quos de radiis DA, EC in focum G collectis modò ostendimus. Hoc artificio Thanc Viennæ in Austria ellychnium ad 24 ped. distantiam accendit.

104 Corol. 4. Ex hactenus dictis colliges, ubi imagines objectorum in speculis concavis comparere debeant; nimirum objecta remotis-

sima, ut astra, et sol, ad cujus radios colligendos præsertim inventa videntur, in foco G apparent, ubi radii paralleli colliguntur, ac proinde inibi imagines depinguntur. Verum si punctum radians in foco collocaretur, nullam imaginem exhiberet; quoniam radii ab foco venientes paralleli remittuntur, atque adeo nullibi concurrunt. Quando verò objectum intra focum et speculum situm fuerit, ejus imago ut in speculis planis post speculum, et objecto major conspicietur. Esto objectum AB (fig. 12) quod inter speculum EF, et focum radiorum parallelorum situm sit: radii A*e* B*f* objecti extremitates complectentes, quique sine speculi interventu in *d* conjungerentur; magis convergentes juxta speculi concavi naturam reflectuntur, atque inde per D pupillam irrumpentes, in retina oculi demum copulantur. Quare quum animus objecta referat in eam directionem, quam axis opticus respectu oculi affectat; objectum AB in *ab* introspici debet, majusque apparere, grandiorem suam imaginem depingens, quam sit ejus verum volumen; ut anguli incidentiæ et reflexionis æquales evadant. Demum si objectum statuatur in AB (fig. 13) post centrum C speculi, radii pervenientes in D, T reflectentur convergentes in GH; ibique imaginem exhibebunt quasi in aere pendulam, et inversam, ac minorem quam sit AB; ob rationem contrariam casus modò figurati, dum objectum collocatum est intra focum radiorum parallelorum, et speculum.

105 Schol. Quum una ex parabolæ propri-

tatibus, in Math. art. 502 demonstrata, sit, rectas à foco ductas ad punctum contactus cum tangentibus ad parabolam ductis, æquales angulos incidentiæ, et reflexionis facere cum lineis ad axem ejus parallelis, in eodemque puncto concurrentibus; si speculum ad formam parabolicam construatur, et radios à foco venientes, parallelos remittet, et omnes qui in ejus superficiem concavam axi paralleli incidunt, ad focum remittet, inibique congregabuntur. Ex quo efficacia major his speculis accrescet, quam sphæricis, ob majorem radiorum numerum in foco collectorum. Attamen hujusmodi specula adamussim parabolicæ figuræ conformata construere, res est majoris momenti, quam quæ ab artificibus vulgaribus præstari queat. Idem dicendum de speculis ellipticis, quorum proprietas insignis est, ob duplicem focum, quo figura elliptica (Math. 500) gaudet, radios ab uno ad alterum focum remittere, ibidemque congregare. Quare si in foco ellipseos corpus ardens, aut lucens collocetur, in altero ipsius foco radii colligentur, magnumque lumen, aut incendium parient. Plura qui velit ad Catoptricam pertinentia, mathematicos adeat, ubi speculorum phænomena latè descripta, ac demonstrata inveniet. Institutionibus Physicæ elementaribus hæc satis, superque sunt, ad notiones juventuti necessarias comparandas.

CAPUT SEXTUM.

DE LUCIS REFRACTIONE SEU DIOPTRICA.

§. I.

De causa refractionis lucis.

106 Dioptrica lucem considerat se inflectentem in recta directione, dum à medio rariore in densius, aut contra ex hoc in alterum transmeat; quæ quidem inflexio *refractio* dicitur, ut jam, ubi de motu refracto nobis sermo fuit, exposuimus. Ceterum quum singula fluida densitate ferè discrepent, ac variationes in *refrangibilitate* animadversæ sint, quæ eorumdem densitati proportionales non sunt; major aut minor *refrangibilitas* non à densitate, verum à majore, aut minore medii resistentia desumendam esse inter omnes ferè physicos convenit. Plerumque tamen inter media refringentia aerem, aquam et vitrum tantum considerant, quæ peculiaria dioptricæ instrumenta, ac phænomena scitu digniora comprehendunt.

107 Ut autem ambiguitates, quæ ex diversis angulorum incidentiæ et refractionis designationibus oriri possunt, removeamus; *angulus incidentiæ* sive *inclinationis* nobis erit ACH (fig. 14), quem à radio incidente AC et perpendiculari ad planum refringens RSTV, quod aquæ aut vitri superficiem designat, for-

matum concipimus. *Angulum refractionis* dicemus ECD à radio refracto CD, et perpendiculari CE interceptum. *Angulus differentiæ* est DCF, directionibus radiorum incidentis et refracti interceptus. Ex quo spontè sinus angulorum incidentiæ et refractionis derivantur (Math. 443); nimirum AH erit sin. ang. incid. ACH; ED sin. ang. refr. ECD.

108 Constanti omnium physicorum experientia animadversum est, lucem in refractionibus oppositam ceteris corporibus legem observare. Nam hæc à rariore in densius medium obliquè transmeando, à perpendiculari recedunt, ut, ubi de motu refracto agebamus, demonstratum manet; lucis verò radius AC in aquam, aut vitrum RSTV ingressus, si reliquorum corporum legem affectaret per CG deflecti debebat; à perpendiculari HE recedendo. Oppositum autem evenit, ac viam CD tenens, ad perpendicularem CE accedit, quin constantem densitatis majoris, aut minoris legem observet. Quum autem ex aqua, vitro, verbo densiore medio in rarius emergit, ut est aer, si directione obliqua DC feratur, in ipsum illapsa à perpendiculari HE recedit ea spatii quantitate, qua prius ad ipsam accesserat. En itaque aliud Physicæ mysterium, et philosophorum systemati addictorum scopulus.

109 Cartesius lucem in aqua, vitro, mediisque densioribus minorem resistentiam invenire quam in rarioribus, posuit; ex qua juxta leges motus refracti ad perpendicularem accedere debere satis perspicuè deducitur. Enimve-

rò hoc demum in quæstione inquiritur, cur densiora media faciliorem aditum luci præbeant, quam rariora, in quo quidem cardo vertitur difficultatis. Perspicuum enim est, lucem, si majorem in corporibus densioribus resistentiam offenderet, à perpendiculari recedere debere, atque in hoc plerique physici à Cartesio minimè dissentiunt, concedentes ipsam facilius per densiora quam per rariora media transmeare: seu quod in idem recidit, celerius moveri. Quare integra adhuc manet difficultas à solutione Cartesii.

110 Newtoniani facilitatem hujus motus lucis, á rariore ad densius medium transeuntis, à majore attractione corporis densioris provenire contendunt. Ex eorum quippè doctrina aer rarior aqua, vitro, adamante, ceteris, minus lucem attrahit, quam densiora illa corpora, in quæ irrumpens radius lucis AC (fig. 14), vi majoris attractionis ad CE, accedere compellitur. At quare radius ACF magis attrahitur ad CE, quam ad CF, vel CB, vel CV? quare ad hanc perpendicularem CE accedit, quum ad punctum incidentiæ et contactus C æquè attrahatur à parte VCF illum à perpendiculari removere nitente, quam à parte FCE illum adducere conante? Sic interrogabat Para, ceteroqui newtonianæ attractioni addictus. Plura alia in opinionem Newtoni congeruntur argumenta, quibus enumerandis supersedeo, quandoquidem vel ipsi newtoniani suam attractionem in refractionibus minus agnoscunt. Candidè igitur fateamur oportet, refractionem lucis arcanum

esse naturæ, ut etiam de reflexione ejusdem professi sumus; quod dum melior lux physicæ non affulgeat tentaminibus physicorum hactenus expositis, obscurius magis redditur, quam illustretur.

§. II.

De legibus refractionis.

111 Lex I. "Radius lucis perpendiculariter incidens, quæcumque sint media, per quæ transmeat, numquam refringitur." Esto radius KE (fig. 14) ex aere perpendiculariter in aquam, vel vitrum incidens, aut contra; nullæ adest causa, à qua ab una in alteram partem inflectatur, quum media, per quæ irrumpit, ubique æqualem resistentiam opponant; ut de corporibus aliis perpendiculariter in diversa media incidentibus ostensum est, ubi de motu refracto egimus: quare eamdem semitam insistet, perpendiculariter delatus.

112 Lex II. "In luce, ut in ceteris corporibus, si transitus fuerit obliquus, à medio magis resistente ad minus resistens, refractio fit ad perpendicularem: contra autem, dum à minus resistente in alterum magis ipsi resistens transcenderit, refractio fiet recedendo à perpendiculari." Quare lux, si rectè loqui velimus, non aliam à ceteris corporibus legem in lapsu obliquo affectare, dicenda est; imò etiam ipsi se adamussim conformare ex eo liquet, quod in densiora quævis corpora obliquè incidens, facilius ea permeat; quæcumque demum rei

causa sit, ac per ipsa faciliorem transitum nanciscitur. Quare lucis radius AC in vitrum aut aquam RSTV obliquè incidens, à recta semita CF deflectens ad perpendicularem CE accedit. Quod si radius CD à densiore medio in aerem irrumpat, semitam CA affectabit, à perpendiculari CH recedendo. Motus enim obliquus, ut in Physica Gen. ostendimus, in duos resolvitur: quare radius AC veluti duabus directionibus AB, AH actus, ad C pervenit, directio quidem perpendicularis AB minorem offendit resistentiam, quam AH: quoniam aqua, aut vinum, quæcumque rei causa sit, minus quam aer ipsi resistunt: ad perpendicularem igitur inflecti debet ex motus refracti lege, ut experientia constanti fieri videmus. Contra verò res eveniet, si radius DC sursum versus obliquè feratur, ac in C aerem magis resistentem offendat, ut ex modò dictis perspicuè deducitur.

113 Lex III. "Sinus anguli incidentiæ et refractionis constantem inter se rationem servant: semper tamen majori obliquitati major, minori minor refractio respondent: nulla existente obliquitate, nulla refractio sequetur." Imminuto enim angulo incidentiæ ACH, vis AH majorem resistentiam ab aere offendit; quare ad partem minus resistentem magis inflecti debet, quam dum minore obliquitate, seu majore evadente angulo incidentiæ ACH, minor resistentia ab aere opponitur, sensim evanescente directione AH, ex qua parte major oppositio proficiscitur. Ex quo etiam capit

primæ legis demonstratio eruitur, quæ in ultimo membro hujus legis aliis verbis enuntiata est: quoniam in directione perpendiculari obliquitate nulla evadente, directio in duas resolvi non potest; unde rectam semitam affectabit, quin ullam refractionem patiatur ab inæqualitate resistentiæ provenientem: sinus enim utriusque anguli æquales sunt, quotiescumque nulla obliquitas in lapsu KC intercedit; atque adeò angulos rectos KCB, ECM linea directionis ante et post lapsum formare pergit.

114 Schol. 1. Quamvis constans semper ratio habeatur inter angulos incidentiæ et refractionis, varia tamen est, si diversa media invicem conferantur: neque alia methodo, quam experientia, determinari potest major, aut minor refractio, quum nullam habeat ad densitates proportionem. In radio AC obliquè ab aere in aquam incidente sinus AH ang. incid. ACH est ad sinum DE anguli refractionis, ut 4 ad 3. Dum ab aere transit in vitrum, sinus anguli incidentiæ est ad sinum anguli refractionis ut 17 : 11. Quum ab aqua in vitrum permeat, ratio invenitur ut 51 : 54 etc.

115 Schol. 2. Refractionis, et incidentiæ anguli semper sunt in eodem plano, quod quidem est ad superficiem refringentem perpendiculare. Vires enim refringentes radium AC (fig. 14) eumdem attollere aut deprimere possunt juxta directionem ACF, aut FCA pro diversitate mediorum: nulla tamen adest causa, quæ ipsum à plano ABEDG etc. removeat ad alteram partem extra planum avertendo. Qua-

re quicumque sit angulus incidentiæ et refractionis, semper fiunt in plano supradicto, quod ad superficiem refringentem RSTV sit perpendiculare: sive hæc superficies plana sit, ut in figura descripta exhibetur, sive in convexam, aut concavam immutari concipiamus. Nam punctum incidentiæ C in plano RSTV jacet, cui alterum ABCM etc. perpendiculare sit, et commune utrique idem punctum esse debet (84).

116 Corol. Radii lucis è medio aliquo emergentes, easdem semitas relegunt, quas incidentes tenuerunt. Hinc radius ex D egrediens directione DC per AC iter continuabit, quod radius AC illabens ante tenuerat: quod quidem et observatione constanti, et legibus refractionis modò traditis evenire debere, satis perspicuum est. Ex quo illud etiam spontè fluit, radios omnes parallelos post refractionem *parallelismum*, quod ajunt, observare; quoniam eamdem directionem sive illabentes, sive erumpentes ex dictis constanter retineant. Huc adde radios parallelos eamdem ad planum refringens obliquitatem habere (Math. 299), atque adeo angulos æquales facere: quare eamdem refractionem, seu angulos refractionis, et sinus æquales habeant, oportet; ex quo illorum parallelismus etiam demonstratur (Math. 300). Et hæc est ratio, cur objecta post vitra utrinque plana nisi insigni crassitudine donata sint, semper æquali magnitudine imaginem suam depingant, radii enim paralleli incidentes, æqualem distantiam semper observant, quin convergen-

tes, aut divergentes evadant; ex quo magnitudinis imminutio, aut incrementum in imagine oriri supra ostendimus. Hinc etiam venit, quod per vitra plana objecta neque augentur, neque minuuntur; quare à conspicillis vitro plano confectis nullum juvamentum ad visum perficiendum speres.

§. III.

Phænomena refractionis exponuntur.

117 Phænom. 1. "Objecta intra aquam obliquè visa superficiei propiora videntur; fundusque vasis, fluminis, stagni in quo jacent, aut in quo versantur corpora in aquis innatantia, quæ elatiora nobis apparent, et ipse elatus comparet." Esto objectum in D situm (fig. 14), et oculus in directione AC constitutus: radii lucis objectum D repræsentantes, per DCA ad oculum diriguntur; qui objectum sibi exhibitum semper in axe optico, seu linea recta CF conspicit, seu ad illam refert. Idcircò objectum D non ad punctum D oculus refert, at in aliquod punctum in CF, intuetur. Hoc autem punctum ibi esse debet, ubi linea CF cum catheto refractionis concurrit; quod in casu figurato est punctum L. En igitur objectum elevatum quantitate DL apparere debere, cuicumque in directione AC constituto, corpusque in D situm observanti, sive in fundo jaceat, sive illic supra fundum versetur. Quæ quum ita sint, et ratio adducta corpora omnia intra aquam existentia comprehendat; si punctum D fundi

pars concipiatur, elevatum in L suspectum iri, perspicuum est. Et ut plura paucis concludamus, quæ ex eodem principio derivantur, si linea CE tamquam murus concipiatur; craterque RSTV hactenus veluti aqua plenus repræsentatus, ipsa depleri ſingatur; radius lucis è puncto fundi D excitatus, non amplius semitam ACD percurret refractus in C, at lineam rectam in directione DC, quæ ad aliud punctum supra A refertur. Quamobrem oculus in quocumque lineæ AC puncto collocatus objectum D amplius non intuebitur, quum radii per DC venientes, supra punctum A transire debeant: neque alii radii infra directionem CD ultra progredi, à muro CE permittantur. Verum si aqua iterum impleri concipiamus craterem, radius DC in puncto C ubi labrum muri desinit refractus, per CA feretur, ut antea ostensum manet; atque adeò objectum, quod antea non comparebat, visibile fiet. Hoc jam in Phys. Gen. dissert. ult. ubi de astrorum parallaxi disseruimus, etiam declaratum manet; et quisque facile experietur, nummum aliquem in cratere aqua depleto collocando, ac sensim recedendo donec à labro vasis nummus occultetur: aqua subindè immissa nummus apparebit, qui antea conspectui se subtrahebat, à refractione videlicet quasi supra locum suum delatus.

118 Phænom. 2. "Remus, baculus, cetera in aqua partim immersa, confracta videntur." Esto baculus CDO (fig. 15.) intra aquam AB immersus; oculo in HP existenti figuram CDN repræsentabit: idcircò pars DN quasi à CD re-

cedens, seu infracta apparebit. Sumamus punctum E sub aqua, à quo radii EG, EK proficiscuntur; hi tamen in GK refracti per GH, KP incedet. Oculus itaque in HP positus directione HF, PF ad punctum F referet, in quo et objecti punctum E suspiciet. Idem de ceteris punctis dictum habe; unde pars DO in DN videbitur, quasi recedens, seu contorta ex D ad N.

119 Phænom. 3. "Objecta intra aquam visa apparent majora." Passim hujusmodi phænomenon in piscibus aquæ innatantibus observamus, quorum moles minor, quando extrahuntur, apparet, quæ major in aqua videbatur. Esto in fundo stagni, aqua pleni, piscis DB (fig. 16): si stagnum aqua depleretur, sub angulo DAB oculo compareret; dum tamen intra aquam existit, fasciculi radiorum, quos è punctis D, B emittit, in superficie aquæ *mr*, *ns* à perpendiculari PD, aut PB recedendo per *mp*, *nx* ad oculum feruntur. Idcircò oculus in A constitutus, puncta D, ac B in directione *pd*, *xb* intuens, piscem in *db* elatum, et majore, quam re ipsa habeat, mole apparentem observat. Hoc ipsum de reliquis objecti punctis dictum habe, quoniam omnia easdem refractiones subeunt ab aqua in aerem transeundo; quin opus sit tot linearum descriptione confusionem in mentem inducere. Ex horum phænomenorum expositione plura alia proprio Marte enodabis, quæ ab eadem refractionis causa proficiscuntur; ex gr. eosdem montes ab eadem statione, quandoque majores, quandoque minores videri. Aer

nimirum atmosphæricus juxta diversam cœli temperiem nonnumquam rarior, alias densior fit: quapropter radii à montibus per atmosphæram transmissi, majorem vel minorem refractionem patiuntur, ex qua angulus visualis augetur, vel minuitur; adeòque apparientia etiam variari debet.

§. IV.

De lentibus convexis.

120 Ut omnes, quas in lentibus observamus, quasi uno intuitu comprehendere possimus, in figura 17 omnes ordine exhibemus. In numero primo illa exponitur, quæ utramque faciem planam habet, re ipsa tamen lens dici nequit, sed vitrum utrinque planum; quemadmodum et reliquæ, si *convexo-convexam* excipias, propriè loquendo, lentes non sunt, sed vitra tali figura donata, quæ lentis formam quidem certè non habent. Usui tamen sui servientes, sequentes numeri in figura suo ordine lentes hic annumeratas continent: 2. *plano-convexam* ex altera parte superficie plana, ex altera convexa: 3. *plano-concavam*, superficie plana et concava: 4. *convexo-convexam*, duabus superficiebus convexis: 5. *concavo-concavam*, utraque superficie concava: 6. denique et 7. *meniscos* exhibent, superficie altera convexa, altera concava constantes. Omnes à numero secundo recensitæ, sunt portiones quædam, seu segmenta sphæræ, cujus centrum invenietur eo modo, quo centrum arcus circuli in figuris planis invenire docuimus (Math. 309).

121 Lens utrinque convexa sunt duo æqualia sphæræ segmenta quasi sibi mutuò copulata. Sic lens LF (fig. 18) ex duobus segmentis æqualibus L*bb*F, L*cc*F formata concipitur, reliquo intermedio segmento evanescente. Focus est spatiolum, in quo radii concurrunt à lente collecti, ut est punctum A aut O, in quo radii paralleli, *cd*, *cd* post refractionem colliguntur. Ejus axis est A*p*O, et poli A, O. Perpendicularis, à qua norma refractionis desumitur in quacumque lente, est recta normalis ad planum illius puncti in quod incidit radius, uti sunt lineæ P*q*, P*q* ad puncta *c*, *b*, quæ plano per hæc puncta transeunti normalia sunt.

122 Prop. I. "Radii lucis in lentem convexo-convexam, aut plano-convexam incidentes, post transitum in aliquo puncto uniuntur, ad axem convergendo." *Dem.* Incidant radii *cd*, *cd*, (fig. 18) in lentem LF; in punctis *c*, *c* refringentur, atque adeò ad perpendiculares P*q*, P*q*, accedunt, et convergentes fiunt. In egressu in aerem rariorem incidentes, in punctis *b*, *b* iterum refringuntur, et quia majorem ibi resistentiam inveniunt, à perpendiculari recedunt, quæ est P*b* ex lege 2 refractionis; quarè magis adhuc convergent, atque in puncto A concurrent. Quod si lens ex parte L*c*F plana concipiatur, radii *dc* in eam perpendiculariter incidentes non refringentur: in egressu tamen à vitro in aerem refractionem subibunt, atque idcircò convergentes fient, ac tandem concurrent, ut modò ostensum est.

123 Corol. 1. Si inter objectum et oculum

in O positum intercedat lens utrinquè convexa LF, objectum A apparebit in *a*, loco remotiore à lente, quam est ipsum objectum. Nam radii A*b*, A*b* ab objecto remissi in *b*, *b* refringuntur ad perpendicula *p*, *p*, atque idcircò minus divergentes redduntur: deinde egredientes ex altera parte *c*, *c* iterum refringuntur, à perpendicularibus *pcq* recedendo ex lege 2.da, ac per *cd*, *cd* ad oculum O perveniunt. Hi autem radii ad alteram partem introducti in *a* uniuntur, ad quod punctum oculus O per lineas *da*, *da* objectum A refert, perinde ac si radii inde procederent, ut ex axiomate generali visionis habemus.

124 Corol. 2. Per lentem convexam objecta apparent majora. Etenim si per lentem *mn* objectum AB (fig. 19) oculo E repræsentetur ob refractionem radiorum in vitro, qua ad punctum C accedunt, punctum A per radium refractum A*m*D, et punctum B per radium B*n*D exhibetur. Quamobrem objectum AB sub angulo optico *m*D*n* repræsentabitur, cujus lineæ productæ in *ab* desinunt; ac proinde objectum majus, ac remotius in *ab* depingent. Quod si lens abesset, objectum AB sub angulo optico *z*D*x* comprehenderetur, qui justam objecti magnitudinem præsentaret; quam auget refractio ea quantitate, qua angulus *m*D*n* alterum *z*D*x* superat. Alii radii, ut AR, qui extra axem opticum CD jacent, ad visionem non concurrunt, atque adeo evanescunt, ut H*lm*.

125 Corol. 3. Quo plus convexitatis lenti tribuitur, radii *cd* (fig. 18) minus divergunt,

tiusque conjunguntur; quare introducti tardius concurrent, atque objectum remotius exhibebunt. Ex quo deducitur, per convexiores lentes objecta longius removeri, ac remotiora videri quam per minus convexas.

126 Corol. 4. Si lens convexa segmentum fuerit minoris sphæræ, aut exigua sphæra, objectum valdè amplificatum exhibebit. Nam sphæra minor maximè convergentes facit radios in ejus superficiem incidentes; qui retroducti per lineas visuales, qua objectum conspicitur, magnam divergentiam obtinere debent. Atque hæc est ratio, cur microscopia, quæ lentes sunt minores, seu parvæ sphæræ segmenta, objecta nimis augent, ita ut animalcula tenuissima, eorumque exilissimæ partes nimium aucta cernantur.

127 Corol. 5. Lentes convexæ radios solis, qui ad sensum paralleli e tanta longinquitate adveniunt, in focum colligunt, seu in punctum aliquod in axe lentis situm. Sunto radii solares *cd*, *ed*, (fig. 18) parallele incidentes in lentem LF; post primam refractionem in *cc* ad perpendicula *pq* accedunt, atque adeo convergentes fiunt: in secunda refractione in *bb* in aerem irrumpentes iterum refringuntur, sed à perpendiculis *pb* recedendo; quare magis adhuc convergent per *b*A incedendo, donec concurrant in A. Hinc radii omnes, seu radiorum fasciculi hanc semitam tenentes, in hoc puncto collecti, atque addensati ignem excitabunt, si corpus combustibile in hoc puncto locatum invenerint; ut de speculis concavis etiam ostendimus.

;

§. V.

De lentibus concavis.

128 Prop. II. "Radii lucis in lentem concavo-concavam, aut plano-concavam incidentes, post refractiones magis divergunt." Prob. Incidant radii M, N in lentem concavam (fig. 20), post refractionem ad perpendicularem accedent, adeòque divergent; quum omnia sensu contrario fieri debeant, atque in lentibus convexis peraguntur, in quibus radii incidentes ob convexitatem convergunt. In exitu autem, seu secunda refractione, adhuc magis divergent ob recessum à perpendiculari; quare radius M ad S; N verò ad V pervenient, invicem semper divergendo. Quod si lens plano-concava fuerit BDF (fig. 21), radii paralleli in superficiem planam incidentes, ut ED, GI nullam refractionem subeunt, quia perpendiculariter incidunt; in egressu autem radius, GI, qui obliquè exit in aerem, à perpendiculari CH recedendo, per IL feretur à semita recta deflectens GK; radius verò EA, quum sit lentis axis, et proinde normalis utrique superficiei, semper insistit via recta.

129 Corol. 1. Objectum MN (fig. 20) per lentem concavam conspectum, minus apparet, quam re ipsa sit. Nam post refractiones radii visuales per directiones SX, VZ ejus imaginem repræsentabunt, quæ magnitudine XZ comprehendetur. Quo igitur lentes hujusmodi minores fuerint, seu minorum sphærarum segmenta,

imagines adhuc minores repræsentabunt ob majorem radiorum divergentiam; quam à curvatura majore augeri, vel ex eo liquet, quod in lentibus convexis minoribus radiorum convergentia, atque ex ea angulus opticus augeatur, ut corol. 4 præcedente animadversum jam fuit.

130 Corol. 2. In lentibus concavis objecta proximiora apparent, qua re ipsa sint. Radii enim M, N ab objecto missi, ut corol. præc. ostensum est, post refractiones ad S, et V pertingunt. Idcirco oculus, qui in directione recta SX, VZ objectum semper videt, atque ad puncta, quo directiones diriguntur, ac desinunt, refert; imaginem videbit in XZ conformatam. Hæc omnia ita evenire, experientia constanti habemus, tam in lentibus convexis, quam in concavis: ex quo adjumentum oculis presbytis ac myopibus procuratum est; quoniam vitra convexa objecta removent, concava viciniora reddunt. Hinc presbytæ, qui objecta viciniora ob humoris crystallini depressionem discernere satis non possunt, conspicillis nonnihil convexis utuntur, quæ objecta removendo, et convexitatem humoris crystallini quodammodo supplendo, radios ad fundum retinæ debito modo congregant, ut objecti imago rite depingatur. In myopibus vero ob majorem, qua par est, pupillæ convexitatem radii ante retinam uniuntur; unde à lentibus concavis disgregati, divergunt, atque imaginem in retina depingunt. Conspicillorum inventio Salvino de Armatis florentino tribuitur, qui anno 1317 decessit; ut in epitaphio ad ejus sepul-

crum in ecclesia S. Mariæ Majoris Florentiæ legebatur. "Qui iace Salvino d'Armato degli Armati di Fir. inventor degli occhiali. Dio gli perdona le pecata. Anno D. MCCCXVII." Idcircò ad finem seculi 13, hujusmodi inventum meritò refertur.

131 Corol 3. Denique in lentibus concavis nullus est focus realis, in quo radii congregentur; unde ab his frustra speres corpus aliquod comburere, aut ignem excitare, quod à convexis obtinetur. Radii quippe paralleli venientes, post refractionem divergentes exeunt; unde in punctum aliquod congregari nequeunt, ubi incendium excitetur.

§ VI.

De machinis dioptricis.

132 Ne multus sim in his machinis describendis, quarum longio expositio apud Dioptricæ scriptores videri potest; breviter *telescopii*, ac *microscopii* theoriam exhibebo, prout ad rem nostram satis est, radiorum tantum directionem in lentibus considerando. Telescopia dioptrica, quibus objecta remota clarè, ac distinctè conspiciuntur, ferè in omnium manibus versantur, ita ut eorumdem interna dispositio facili negotio investigari queat. Telescopium Gallileanum duabus lentibus convexa et concava constat EF, RQ (fig. 22); quarum prima RQ *ocularis* dicitur, quod ad oculum applicetur; altera *objectiva* EF, quæ ad objectum convertitur. Ex singulis punctis objecti ABC radii in lentem convexam feruntur; ex quibus BE, BF ita re-

fringuntur in E et F, ut à convexa lente convergentes exeant, ac uniri deberent in puncto P, quod focus *realis* est lentis convexæ EDF. Quare si altera lens concava HIFG ita statuatur, ut ejus *imaginarius* focus (realem enim focum lentes concavas non habere, modò diximus) si punctum P, radii, qui illa remota, in hoc puncto colligi deberent, ob ejus interpositionem dispergentur, atque in oculum ferè paralleli incident per GK, FL. Idem de aliis fasciculis radiorum ex A et C provenientibus dictum habe: idcircò radii FH, EI, qui ita convergentes in illius superficiem incidunt, dispergentur, ac ferè paralleli GK, FL in oculum ingredientur. Similiter de aliis ex A, vel C provenientibus dicendum est; qui objectum, seu imaginem ita delineabunt, ac si ipsum in P reperiretur. Unde quo majór est angulus QPF, sub quo objectum conspicitur in telescopio, altero APC, quo nudo oculo videretur, tanto illius imago, seu objecti magnitudo augetur: quum in directione anguli optici objectum intueamur. Verum ex lentis concavæ proprietates plures radii in ipsa refracti emittuntur nimium divergentes, atque adeò in oculum LMK non ingrediuntur propter pupillæ LK restrictionem: quamobrem plura objecti puncta occultantur; maximè si angulus opticus, sub quo objecta videntur, nimis apertus sit, atque objectum nimium augeat. Unde telescopium astronomicum inventum est, quo hoc incommodum vitaretur; ac major *campus*, ut optici loquuntur, in objecto aperiretur.

133 Esto igitur objectum ABC (fig. 23), è quo fasciculi radiorum A, B, C emissi in lentem EDF incidentes refringuntur, ac convergentes imaginem in punctis GOH depingunt: deinde verò decussati incedunt, atque in lentem QR incidunt, à qua iterum refringuntur; ita ut formantes angulum RPQ, pupillam ingrediantur, imaginem in retina LMK denuò conformaturi. Itaque quum plures radii ab utraque lente colligantur, et convergentes ad oculum remittantur, clara et distincta visio objecti inde nasci debet: atque objectum ipsum velut in O positum sub angulo QPR in imagine satis ampla oculo exhibebitur; quasi per lineas RP, QP continuatas suspiceretur. Ceterum imago inversa repræsentari debet, ut in GH conspicitur; quum oculus eo situ objectum contueatur, quo radii KR, LQ ejus imaginem ad oculum deferunt, ut de visione agentes ostendimus. Nam per telescopia non objectum ipsum ut in visione directa, at imago GH intra tubum conformata oculo repræsentatur; quemque situm intra telescopii *campum* habuerit, eumdem in visione, seu repræsentatione respectu oculi obtinebit. Quamobrem telescopium ejusmodi usibus astronomicis tantum applicatur; figuræ inversione in astris nihil observationibus lædente; quod tamen ad terrestria objecta prorsus incommodum foret, nisi multiplicatione lentium huic malo industria occurrisset.

134 Telescopium *terrestre* audit hæc machina, quatuor lentibus instructa, à quibus imago, qua in telescopio astronomico inversa apparet,

ad naturalem situm restituitur. Nam quæ in duobus tantum lentibus GH, CD (fig. 24) inversa appareret in EF, si oculus in R applicaretur; post refractionem in lente IK objecto conformis depingitur in LM, atque ab oculo S, in cujus retina PQ delineatur, in LM conspicitur. Lentes additæ objecti magnitudinem nihil immutant, quandoquidem angulus GRH æqualis est angulo NSO, qui est angulus opticus, sub quo objectum oculo apparet, ac objecti determinat magnitudinem. Hujusmodi telescopia ad objecta valdè remota dispicienda adhibentur, quæ nudis oculis occultarentur, aut nimium confusa ob anguli exiguitatem, quo ejus partes in retina delineantur, repræsentarentur. Objecti enim claritas crescit in ratione inversa distantiarum: in eaque ratione anguli optici etiam distenduntur. Atque hinc est, quod objectum remotissimum, quod ob exilitatem anguli dispareret, aucto per lentes angulo, sub quo apparet, distinctius videatur.

135 Præter jam enuntiata, quæ telescopia refractionis appellantur, alia reflexionis inventa sunt à Newtono et Gregorio. Gregorianum tamen newtoniano commodius habetur. Constat hoc telescopium gregorianum metallico speculo concavo HG (fig. 25), quod in tubi DD fundo collocatur, ut radios AG, BH per tubi extremitates liberè ingredientes excipiat. Contra hoc speculum, quod ut vides perforatum esse debet, alterum situm est, concavum etiam et metallicum IK ultra focum *b.a* magni speculi GH, in quo imago delineatur. Ad alte-

ram extremitatem tubi DD, in qua situm est magnum speculum HG, parvus tubus mobilis aptatur LM *ml*, in quo duo vitri oculares L*l*, M*m* collocantur. Jam sit objectum AB remotissimum, quod radios emittens per A, B in tubum DD introducat, ac per AG, BH ad speculum, quod contra est, remittat. Hujusmodi radii ab speculo concavo (99) convergentes reflectuntur, atque imaginem inversam *ab* se se decussantes in foco delineant; deinde ita decussati in parvum speculum IK divergentes incidunt; quod nova reflexione ad lentes oculares convergentes remittit, ita ut in L*l* refracti novam imaginem forment *cd*, cujus radii iterum refracti in ultima oculari lente M*m*, objectum sub angulo *n*O*p* repræsentabunt; à cujus amplitudine provenit augmentum in imagine.

136 Schol. Telescopii inventionem, à qua astronomia et physica cœlestis maxima derivarunt emolumenta, quibus si caruissent, adhuc in infantia versarentur nobilissimæ hæ duæ scientiæ, ut Homeri olim patriam Græciæ urbes sibi invicem disputabant, sic nunc plures nationes suam esse confirmant. Joannem à Porta neapolitanum quidam telescopii inventorem proclamant; Metium batavi; Galileum florentini; Simonem Marium germani. Quod tamen vero apparet similius est, hujusmodi inventum, ut pleraque alia casui deberi. Zacharias Jansen, artifex middelburgensis, quadam die filios vitris conspicillorum in officina, ut moris est pueris ludentes, audivit exclamantes: turrem, in qua campanæ solent in templo collocari, quæ con-

tra ipsos erat, majorem, ac propriorem quam solebat nudis oculis, conspici, situ tamen inverso. Rem ipse expertus, lentes duas convexas rudi minerva aptavit, ut phænomenon civibus occurrentibus ad spectaculum exhiberet. Ceterum nihil amplius tentavit, ut ad meliorem formam inventum redigeret, atque ad majora promoveret; quod alii artifices ejusdem civitatis paulatim præstare cœperunt. Evulgata deinde per Europam rei novitate plures alii scientiarum adjumento rem promovere tentarunt; inter quos Metius, Galileus, Marius primi merito habentur.

137 *Microscopium*, cujus inventionis gloriam Galileum et Drebbelium dividunt auctores; vel *simplex* est, vel *compositum*. Primum unica lente constat utrinque convexa, quæ quo minore diametro donatur, objectum majus repræsentat (126). Gutta aquæ exilissima, aut foramen acus aciem non excedens, in lamella metallica apertum, vices etiam gerunt microscopii. Radii lucis in lente admissi, qui ceteroqui divergentes abirent, convexitatis beneficio refringuntur, atque ad oculum ferè paralleli adveniunt; ex quo in retina exilissimi objecti imago valde augetur ea lege, ut si apparens objecti diameter veram diametrum decies superat, apparens objecti superficies veram centies excedat (Math. 379.); ac soliditas, sive moles apparens veram millies superare debeat (Math. 437). Quare minime mirandum est, microscopia quædam millionesies objecta augere: computante enim Barker, lens, cujus focus ad 50

centesimas pollicis, seu ejus dimidium focum haberet, diametrum objecti 16; superficiem 256; molem 4096.es augeret: quæ verò ad 1 centesimam pollicis focum habeat, diametrum 800, superficiem 640,000, soliditatem 512, 000,000 augeret.

138 Microscopium compositum duabus, aut tribus lentibus constat, ita ut telescopium inversum referat, cujus lens objectiva ad oculum, ocularis ad objectum convertatur. Directionem radiorum in hoc instrumento descriptam habes in figura 26; ubi radiorum fasciculi, qui è punctis A, B divergentes in A*d*, A*e*, B*d*, B*e* exierant ab objecto, post refractionem à lente *dce* convergentes remittuntur, ita ut imaginem in EF depingerent remotis lentibus intermediis. Verum in lente D*gf* denuò refracti, objecti imaginem in *ab* depingunt, quæ ad oculum radios postremò refractos in lente F, sub angulo *h*O*k* introducit, à quo angulo apparens objecti magnitudo determinatur.

139 *Microscopii solaris*, quod numquam vidi, descriptionem à Para transcribo. Inventum hoc Lieberkun anglo debetur, qui annò 1743 illud evulgavit. "Sit conclave omninò obscuratum, in cujus fenestra solem respiciente tubus in MN collocetur, speculo AB (fig. 27, 28) solis radios in tubum transmittente. Ut horum semita introspiciatur, ejus partes in fig. 27 observare oportet. Lens CD ad extremitatem tubi fenestram respicientis, radios RST ab speculo reflexos et parallelos excipit, quos refractos et convergentes in exile vitrum pla-

num EF propè conum lucis collocatum remittit, in quo imponuntur objecta, ut in aliis microscopiis fieri solet, puta culex, teredo, cetera. Minima lens *mn*, cujus focus brevissimus paulò proprior esse debet, quam focus lentis CD, cujus radios amittit, et refringit; ut objectum in EF collocatum intimè permeantes transeant; ac in *mn* verticem forment coni lucidi CD. Ponamus radiorum fasciculum D*a* per insecti caput transire, C*a* per aliud insecti extremum, et quid juxta refractionis leges continget, videamus.

140 Primò fasciculus D*a* constat radiis convergentibus, qui concurrere debent, et divergentes fieri inter objectum *a* et focum minoris lentis *mn*. Radii ergo D*am* pervenient divergentes ad lentem *m*, et fient convergentes *mn* paulò longius, quam distet hujus lentis focus. Fasciculus hic D*a*, qui per insecti caput transit, et ejus imaginem induit, concurret ultra lentem ad punctum G, ubi capitis insecti imaginem depinget. Idem de fasculis C*a* dicendum, qui in H infimæ partis insecti imaginem delineabunt. Ratio cur imago GH mirum in modum amplificata sit, seu conus H*mn*G tanto magis divergens sit, quam conus C*a*D, est, quia radii omnes conum C*a*D componentes inflectuntur, et divergunt, dum transeunt per exiguum laminæ plumbeæ foramen, qua ad partes objecti *a* lens obtegitur. Hoc habet singulare hoc microscopium, quod objectum *a* imaginem suam promiscuè pingit in HG, in *ff*, et in *ss*. Radii enim convergentes *m*G, qui per

quodvis punctum capitis insecti transierunt, intensissimi et fermè paralleli post refractionem ad sensum concurrunt tum in G, tum in f, tum in s. Idem dicas de radiis nH, qui infimam objecti partem permearunt. Ope hujus microscopii pulex nitidissimè arietis magnitudine apparet, capillus baculi instar, casei tineæ testudinum instar diametro duorum vel trium pollicum. Nihil tamen jucundius visu, quam sanguinis circulatio in ranæ mesenterio, aut in pisciculi cauda hoc instrumento visa: tabulam geographicam te videre putares, in qua plures fluvii re ipsa fluerent." Sed nos ad alia properamus.

DISSERTATIO II.

DE AERE.

Plura hic tradenda veniunt, quemadmodum etiam in dissertatione sequente, quæ chemicorum recentiorum inventis ut plurimum debemus; à quibus et nova nomina conficta sunt, ut sua inventa melius explicarent, et quodammodo illustriora redderent, et antiqua aut minus recentia penitus explosa, quæ etiamnum in physica recentiore usu consecrata tenebantur. *Phlogisticum* ac *dephlogisticatum* à Stahlio, Macquero, aliisque, quæ veluti phænomenorum fontes, quæ in combustione, respiratione etc. observabantur, sancita erant; à Morveau, Placeo, Lavoisiero, Brissono, Dandolo à chemia et physica penitus exulare jussa sunt, ejusque vice funguntur *gas mephiticum*, *gas oxygenium*, seu *acidorum generator*, *caloricum*, seu materia caloris etc., ut postea, ubi de fluidis aeriformibus sermo erit, exponemus. Quæ tamen à chemicorum tentaminibus desumemus, apud ipsos fusè tractata invenies, quin nos ad eorum experimenta singillatim describenda descendamus, quæ à nostro

scopo nimium devios nos abducerent, atque ut in majorem molem opus excresceret, adduceremur. Quare exposita aeris, ac fluidorum aeriformium natura, ad sonum, ac meteora, quæ ab aere generantur, exponenda descendemus.

CAPUT PRIMUM.

De aeris natura, et proprietatibus.

141 Aer est fluidum invisibile, elasticum, grave, inodorum, sonorum, compressionis capax, à frigore condensabile, dilatabile à calore, viventium respirationi necessarium, combustionis corporum præcipua causa, vaporum, et exhalationum receptaculum, atque omnium ferè naturalium effectuum, qui in terrestri nostro domicilio peraguntur, eximius promotor. Peculiare corpus non esse aerem, sed vaporum, atque exhalationum congeriem, quæ ex terrestribus corporibus in tenuissimas particulas dissecta, ac circa tellurem pro ratione densitatis circumfusa, fluidum hoc componeret, quod atmosphæram et aerem nuncupamus, quidam existimarunt; quibus calculum adjicere videtur Lavoisierus, cumulum esse diversorum gas juxta diversas specificas gravitates dispositorum, ex quibus atmosphæra coalescat, ac distendatur, insinuans. Verum hujusmodi opinamentum paucos habere video sectatores. Quidquid tamen de hoc sit, quod non facilè ab experimentis aut ratione definietur, certum est aerem verum esse corpus; quum notum sit charactericis cor-

porum proprietatibus donari *tangere enim, et tangi, nisi corpus, nulla potest res.*

142 In duplici statu considerari potest aer; nimirum prout est fluidum quoddam ab aliis natura diversum, diciturque *aer purus;* vel ut corpus plurimis heterogeneis particulis refertum, à quibus ægrè separatum concipias; in quo statu aer *impurus* audit, ab eoque *atmosphæra terrestris* componitur, quæ nihil aliud est, quam aer ipse circum terram ad quamdam altitudinem diffusus, et corporum terrestrium exhalationibus refertus, in quo *meteora* ob talium particularum permixtionem eduntur, quæ passim suspicimus, ut sunt nubes, fulgura, ignes fatui, aurora borealis, cetera.

143 Prop. I. "Aer est fluidum grave, suam exercens gravitatem et pressionem, ut cetera fluida, de quibus in hydrostatica disseruimus." Veritas hujus propositionis quæ ab omnibus hodie ut indubia admittitur, ex *barometri* et *machinæ pneumaticæ* experimentis perspicuè demonstratur. *Barometrum* quod et *Baroscopium* solet etiam ab aliis nuncupari, hoc nomen sortitus est à pondere aeris, quod indicat mercurii elevatione, ac citius *aerometrum* dici deberet. Hæc machina adeo omnibus nota est, ut ab ea describenda supersedeamus. Ejus inventor fuit Torricellius florentinus, Gallilei discipulus, unde et *tubus Torricellianus* ab scriptoribus solet etiam nuncupari. Perspicuum autem est, mercurium ad altitudinem 28, aut 29 pollicum juxta varias atmosphæræ affectiones se sustinere non posse

contra nativæ gravitatis inclinationem; nisi ab alio pondere in æquilibrio retineatur, ut ex staticæ principiis notum est. Tubus enim quasi lanx quædam inversa concipi potest quæ cum aerea columna phialam retortam, in quam desinit tubus, premente, in æquilibrio ob æqualia utrinque pondera sustinetur. Quod autem à nulla alia causa columna mercurii contra nativam gravitatem erecta detineatur, quin subsidat; duobus experimentis facili negotio conficiendis ostenditur. Ac primo quidem parte superiore vitrei tubi disrupta, quæ *hermeticè*, ut ajunt, clausa aeri ingressum in tubum prohibebat, mercurius statim subsidit, atque in phialam descendens, ut in siphonibus recurvis, ad æquilibrium et libellam ex utraque parte componitur (Phys. Gen. 331). A quonam igitur hæc mercurii depressio, nisi à pondere et nativa gravitate, cui obedire tenetur, quando utrinque ab aere æquè præmitur, ut in casu figurato perspicuum est accidere? Ab aere itaque ex altera parte ipsum premente in officio antea continebatur, ne decideret, ut in bilance æquis ponderibus æquilibrata fieri videmus. Ex quo illud etiam obiter notandum, columnam aeris phialam prementis, et columnam mercurii in barometro contentam, æquè premere, et ab ejus altitudine supra superficiem mercurii in phiala stagnantis, aeris pressionem determinari.

144 Aliter idem tentamen institui potest, barometrum ad summitatem montis excelsi, aut ad apicem turris à solo valdè assurgentis

deferendo ubi imminuta columnæ aereæ altitudine, mercurius sensim deprimitur, ut primus expertus est Perrier, Paschalio hortante, in summitate montis à gallis *Puy de Dome* dicti propè Cleromontium in Alvernia. Nam differentia à radice ad summitatem montis notata tribus pollicibus cum linea æqualis fuit. Quæ quidem differentia non temporis momento observata, sed per gradus in ascensu et descensu notata fuit; ita ut dum Perrierus ascenderet, minueretur, augeretur, quum descenderet, barometri altitudo. In machina etiam pneumatica, quam statim describemus, educto aere, mercurius subsidit; restituto aere, ad pristinam altitudinem assurgit: quare à gravitate aeris mercurius in officio continetur, ne descendat, cum ipso ad æquilibrium constitutus, dum manet suspensus.

145 Schol. Quoniam barometri mentionem fecimus, juvat ea quæ ad hujus machinæ utilitatem, et notionem attinent, breviter colligere. Quotidiana experientia novimus, barometri altitudines varias esse in singulos dies, imo quandoque intra brevissimum tempus notabiliter variare. Hoc phænomenon à majore, vel minore atmosphæræ pressionem quidem certe provenit. Verum effectum causæ proportionalem non esse, suspicari quis posset ex eo, quod dum pluvia imminet, ac proinde atmosphæra vaporibus gravior est, altitudo barometri multo minor, quam tempore valdè sicco ac puriore atmosphæra existente, notetur. Animadvertendum tamen cum Muschembroek, diversas es-

se modificationes atmosphæræ, quæ pressionem aeris augeant aut minuant, pro tempestatum, ventorum, caloris, frigoris etc. varietate.

146 1. Quum supra regionem plus aeris à ventis opposita directione flantibus, et aerem ad locum intermedium pellentibus, et cogentibus, acumulatur, moles aeris congesta atmosphæram altiorem faciet. Ac profecto videntur venti esse primaria causa mutationum in atmosphæra, et diversarum altitudinum mercurii in barometro: nam in regionibus inter tropicos jacentibus, et in quibus ventus orientalis ferè perpetuo spirat, mercurius vix observatur mutari; quemadmodum se observasse, testatur Hallejus. 2. Accumulatur etiam atmosphæra spirante borea, aut rigescente frigore, qui aerem condensat, adeo ut atmosphæræ altitudo ibi decrescat, sed hoc cumulo pressionem auget: ideo plerumque hieme mercurium in tubo altius suspendi, quam æstate observamus. 3. Altior erit mercurius, si ventus ex loco altiore atmosphæræ deorsum versus ad terram truditur; tum enim aerem occurrentem eadem directione premit, quasi majore pondere gravaretur. 4. Quum atmosphæra pluribus vaporibus et exhalationibus ingravescit, ejus pondus augetur; ideo si aer diu tranquillus maneat, plurimos vapores colligit, tumque æquè hieme ac æstate mercurius in tubo ascendere observatur.

147 Causæ autem atmosphæræ pressionem minuentes præcipuæ sunt: 1. Venti impetuosi à quibus pressio deorsum versus ob motum

horizontalem minuitur; ut in curru magno impetu delato fieri novimus, à quo impune quandoque hominem à rotis protritum, illæsum relinqui expertum fuit; motu horizontali vehementiore alterum centralem minuente. Quare experientia compertum habemus, numquam barometrum mercurium depressiorem exhibere, quam dum impetuosis ventis horizontaliter delatis atmosphæra concutitur. 2. Decidentibus pluviis, aer levior fit, quam dum cœlum sudum est, aut vaporibus grave. Ante imbrem nimirum totum vaporum pondus atmosphæram opprimebat; dum verò imber decidit, pars tantum ponderis atmosphæram premit, reliqua ad decidendum impenditur: quod sequenti experimento illustrare solent. Si in bilance suspendatur vas fluido plenum, in eoque è bilance filo suspensum grave aliquod pendeat, ut rupto filo ad fundum præcipitetur; quando hoc fit, bilancibus ad æquilibrium antea compositis, inter decidendum æquilibrium rumpitur ascendente vase in quo grave in fundum agitur. Quando verò fundum attingerit grave, æquilibrium iterum restituitur. Quod idem evenire debere in guttis intra fluidum aereum decidentibus, res videtur manifesta. Unde qua parte vaporum pondere levatur atmosphæra, levior evadit, minusque subjectum mercurium premit. Post pluviam etiam vaporum onere levatur atmosphæra, adeoque ejus pondus minor evadat, necesse est. 3. Si calore aer rarefiat, minus premet subjecta corpora: nam quum altior evadit, ejus vis centripeta minuitur,

ac proinde gravitas decrescit, quæ in ratione inversa quadratorum à centro distantiæ computatur. Plures fortasse causæ possunt ad altitudines augendas, vel minuendas concurrere: quas tamen nondum benè perspectas silentio premere satius fuerit.

148 Corol. Ex hactenus expositis satis intelligitur, indicationes in barometris ab artificibus descriptas nullo satis firmo documento inniti; neque tuto à mercurii altitudine tempestates aeris prævideri posse: quoniam plures causæ elevationem, aut depressionem in mercurio parere queunt. "Quamobrem, *ait laud-tus Muschembroek*, nullæ certæ præsagien- regulæ tradi possunt, quemadmodum ex mu- torum annorum observationibus inter se soli- citè comparatis colligere cogor."

149 Verum quæ aeris gravitatem præ ce- teris machinis luculentius ostendit, illa est à Othone Guerrichio, magdeburgensi, primu- inventa, deinde à Roberto Boyle perfecta, quo et machina *boyleana* audit, quæ frequ- tius *pneumatica* dici consuevit. Diversa for- plures ejusmodi machinæ in musæis phys- visuntur; omnes tamen in id collineant, ut a- rem è recipiente extrahant, atque ad expe- menta capienda commodiorem modum ex- beant. Quare satis est, unam ex illis descri- re, ut omnium usus percipiatur. Eam seligim- quæ simplicior præ ceteris nobis visa est, captu facillima. Præcipuæ partes hujus mac- næ (fig. 29) sunt duo tubi seu antliæ A, embolis C, D instructi qui manubrio E

tulam volvente, alternis elevantur, ac deprimuntur. Alterna hac elevatione antliæ aerem inclusum in *recipiente* seu *campana* vitrea G, per tubum F, et canales *a*, *n* ad tubos A, D trahunt. Emboli C, D valvulis instructi sunt, quæ dum sursum versus retrahuntur, ab atmosphæræ pondere compressæ, aeri externo aditum intercludunt: quum verò deorsum versus premuntur, ab ipso aere compresso elevantur, eique aditum patefaciunt in I, E. Labrum vasis G supra patellam æneam H circularibus pellibus madefactis ad labri mensuram accommodatis instructam collocatur, ut omnis aditus aeri externo penitus intercludatur. Jam si antequam aer extrahatur, vas vitreum è loco suo dimovere volueris, illud in K arreptum nullo negotio elevabis. Aere tamen axantlato, nullis viribus, si vas magnum sit, illud loco movebis. Opus enim esset, vires adhibere ponderi columnæ aereæ vas præmenti elevandæ pares, quæ pro vasis amplitudine basim habens ad plura librarum millia excurrere potest. Æquatur siquidem columnæ mercurii eamdem basim, ac 28 pollices altitudinis habenti. Deinde si lagenam vitream M quadrangulari forma constructam supra machinam ritè collocaveris, ab eaque aerem antliarum ope extraxeris, statim disrumpitur à pressione externi aeris ipsam ambientis, qui dum ab aere interno exantlato nullam resistentiam offendi, in parietes externas vasis pondus aggravat, ipsumque in frusta disjicit. Neque ob id eamdem vicem campanæ vitreæ K pertimescas. Ejus enim confor-

matio in modum fornicis sat tutam collocat ab ejusmodi casibus, ipsamque oneri ferendo parem facit; quæ si ad quadrangularem, aut minus resistentem figuram conformata foret, simili disruptionis casui procul dubio subjaceret.

150 Prop. II. "Aer est fluidum elasticum, compresionis et dilatationis capax." Prob. Innumeris experimentis compertum habemus, aerem, si vi externa comprimatur, cessante pressione, ad pristinum statum restitui, qui quidem genuinus elasticitatis character quum sit, procul dubio aer inter elastica corpora meritò computatur. Huc adde, aerem non solum elasticum esse, attamen ex effectibus satis deduci ad perfectam elasticitatem accedere, nam cessante compressione, idem volumen acquirit, quod antea habuerat, ad quamcumque minorem molem fuerit redactus; idque eadem vi, qua fuit compressus: quod in nullo alio corpore solido et elastico hactenus observatum fuit. Est etiam ejus elasticitas diuturnitate compressionis inalterabilis. Robervalius quippe post 16 annos scopletum pneumaticum eadem vi globos emittere expertus est, ac si tum temporis aer compressus fuisset. Sex annis integram elasticitatem permansisse in eodem scopleto sibi constare asserit Muschembroek. A sulphure tamen infringi Halesius demonstravit.

151 Ceterum ex eodem scopleto pneumatico, machina hodie jam satis omnibus nota, alia etiam elasticitatis aereæ proprietas dignoscitur: nimirum vim elasticitatis in aere crescere in ratione densitatis, ad quam vi compressionis

fluidum redactum est. Quo enim magis compressio augetur, majorem inesse vim machinæ ad emittendos globos experimur, quæ per gradus remittit, aere magis dilatato. Ex quo id etiam spontè deducitur, imminuta aeris densitate, elaterium etiam decrescere; ac proinde superioris atmosphæræ strata minore elasticitate, ceteris paribus, pollere, quam inferiora.

152 Schol. 1. Quousque aeris compressio, seu ut ajunt, *compressibilitas* extendi possit, nondum compertum est. Robertus Boyle ad 13.am sui voluminis partem aerem coegit. Hales onus imponendo, quod atmosphæræ pondus 37 vicibus æquaret, aerem ad 30.am sui voluminis partem traxisse affirmat. Imo, quod difficile creditu est, ad 1838 partem redigisse se existimavit idem auctor, aerem intra bombardam ferream quæ pollicem cum duabus lineis crassitudinis habebat, ita comprimens, ut tandem disrumperetur. Hujusmodi densitas duplo aquæ densitatem superaret, si exactus foret Halesii calculus. Quidquid tamen si de hujusmodi tentaminibus, illud certum, *aerem comprimi in ratione virium prementium*, si agatur de compressione, quæ cognitos naturæ terminos non prætergrediatur. Neque enim credendum est, compressibilitatem nullo termino circumscribi; quum per omnia videamus à natura quosdam limites constitutos, quos industria humana, aut vires superare nequeunt. Imo aerem ad volumen quinquies minus reductum, resistentiam validiorem opponere, quam quæ à prædicta lege indicata sit, observarunt Boyle, et Muschemb.

153 Schol. 2. Quod de aeris compressione diximus modò, de dilatatione etiam dictum habe. Dilatationis ipsius terminos prorsus ignoramus; neque adeo dilatari posse existimandum est, ut intra quosdam limites non coerceatur. Cessante atmosphæræ pressione, aerem superficiem terræ lambentem 4000 dilatari posse credit Muschembroek. Boyleus tentamina iterando, primum ad 9, deinde ad 31, 60, 150, 8000, 10000 ac demum ad 13679 majus spatium occupandum vi elaterii compulit aerem; ita ut volumen ita dilatatum in vacuo ad illud, quod in atmosphæra sibi relictus aer obtinet, esset ut 13679: 1. In fluido elastico, quod aquæ admiscetur, pluries se observasse ait Muschembroek, unicam ejusmodi fluido particulam in tepente aqua se in volumen 46,656,000, 000 majus quam antea conspiciebatur, expandisse. Enimverò in hujusmodi supputationibus nescio quid incertum, ac gratis assumptum animadvertit Brissonus, quod suspicionem quamdam ingenerat, imaginatione magis quam ratione auctores in calculis duci. Illud tamen extra dubium est, quacumque industria machina pneumatica constructa fuerit, numquam perfectum in ipsa vacuum obtineri, aeris dilatatione antliarum vires superante.

154 Prop. III. "Aeris elasticitas, eadem densitate in ipso manente, calore augetur. Nimirum aer compressus ita ut calore se non expandat, elaterium exerit majus, quam si in temperie aeris propria vires sui elaterii exerceat. Hæc assertio sequenti experimento com-

probatur. In tubum vitreum ad formam barometri constructum, 50 pollices altum, cujus tamen ampulla globus sit globo thermometri similis, nullo spiraculo aerem excipiens, mercurius infunditur, qui in utroque crure in æquilibrio maneat, quin in globum transeat: cujus aer proinde à mercurio interclusus jacet, atque ab atmosphærico separatus. Deinde pars inferior tubi mercurium continens in aquam ferventem immittitur; quo facto, mercurius in tubo ad 9 pol. et 4 lin. elevatur; quæ tertia pars est 28 poll. seu ponderis, quo mercurius et aer in tubo contentus ab atmosphæra opprimuntur. Quod si postquam refrigescat, mercurium denuo supernè infundas, donec ad 28 poll. ascendat in tubo; hoc pondere densitas aeris in globo contenti, qui prius cum 28 poll. æquilibrium faciebat, duplicari debet, quoniam aer comprimitur in ratione virium prementium (152). Mercurio immisso, tubum in aquam ferventem denuò infunde; mercurius 18 pollices cum 8 lineis elevabitur supra terminum, in quo ante immersionem consistebat, que tertia pars est 56 poll. Aer igitur in globo inclusus pondus sustinet æquale columnæ mercurii 74 poll. cum 8 lineis altitudinis. Nam si pondus atmosphæræ, quod 28 poll. mercurii æquale est, ac 28 alios pollices adjunctos ejusdem mercurii; et 18 alios pollices cum 8 lineis per quos aer in globo contentus mercurium elevat, simul addas, 74 poll. cum 8 lineis invenies. Ex quo non solum à calore aeris elaterium augeri, deducitur, verum et quan-

titas augmenti ejusdem elaterii perspicua fit. Est enim æqualis tertiæ parti pressionis, quam aer sustinet, ut ab utroque tentamine modò deduximus. Quare si duplo aquæ ferventis calori idem tubus exponeretur, aeri in ipso contenti elaterium ad duas tertias partes augeretur.

155 Schol. In propositione apposui aeris elaterium calore augeri, eadem in ipso densitate manente. Etenim si spatium liberè se expandendi aer nanciscatur à calore dilatatus; ejus densitas minuitur, atque adeò etiam elasticitas, quæ densitati proportionalis est (151). Aliud etiam ex præcedente tentamine notandum hic obiter occurrit, aeris nimirum elasticitatem etiam in modica quantitate ejusdem fluidi eamdem vim exerere, ac si tota columna atmosphæræ vires illi præstaret ad equilibrium cum mercurio sustinendum. Unde et aliud phænomenon explicabitur in barometro observatum in conclavi penitus clauso, cui omnis communicatio cum aere atmosphærico interdicetur; illud scilicet æquè mercurium ad altitudinem eamdem retinere, ad quam in aere libero statui solet. Tum enim aeris elasticitas eam vim exerit, quum sit ejusdem ac atmosphæræ densitatis, quæ pondus æquale sustinet, perinde ac si ab atmosphæræ pondere premeretur.

CAPUT SECUNDUM.

DE FLUIDIS AERIFORMIBUS.

§. I.

Notiones præliminares exponuntur.

156 Fluida *aeriformia* ita vocantur, quia soluta intra atmosphæram vagantur, et ab ipsa nullo modo sensibus discerni possunt. In duas classes tribuuntur: *permanentia* nimirum, quæ in quacumque temperie constituantur, suam fluiditatem conservant, ob idque tali nomine donantur; et non *permanentia*, quæ tantum in quodam gradu caloris et compressionis suam retinent fluiditatem: calore autem et pressione variatis, condensantur, et ab statu *aeriformi* transeunt ad alium sensibus tractabilem, ut sunt vapores in atmosphæra natantes, à quibus meteora aquea gignuntur.

157 Verum antequam ulterius progrediamur, notionem *calorici* tradere oportet, à qua ferè omnia deinceps exponenda tamquam principio derivantur. *Caloricum* itaque recentioribus chemicis appellare placuit id, quod *materiam ignis*, *principium caloris*, *materiam calorificam*, *substantiam ignis*, *calorem fixum* alii nuncupaverunt. In duplici statu caloricum considerant, *libertatis* scilicet et *conjugationis* seu ut vocabulis usu consecratis utamur, *combinationis*. *Caloricum* in statu libertatis est calor ip-

se, seu ignis in corporibus contentus, et ab ipsis avolans facillimè, quin coarctari, aut retineri queat. *Caloricum* in statu *combinationis* est ignis ipse, seu calor in corporibus latens, qui quidem nullo modo à sensibus discerni potest; ita ut corpus ipso refertum, eamdem sensationem, atque aliud ipso destitutum in nobis excitaret. Unde rebus benè pensatis est ipsummet *phlogisticum* antea magno plausu ab scriptoribus circumductum, cujus nomen placuit Lavoisiero, ejusque scholæ immutare, eo quod plures notiones *phlogistico* attributæ, falsæ ab ibso detectæ sint, ac proprietates quædam de novo inventæ, quæ majorem lucem Chemiæ ac Physicæ attulerunt.

158 Quidquid de nominibus denuò introductis sit, hæc substantia antea latens, in dissolutione corporum sensibilis fit, *statum libertatis* nanciscitur, in alia corpora agit, ac thermometro gradus intensitatis ejusdem indicantur. Quamobrem in resolutione corporum sæpe calor excitatur, ut in putrefactione. Nonnumquam tamen evenire solet, ut in quibusdam *combinationibus*, in quibus magna caloris copia absorvetur, refrigeratio quædam subsequatur; veluti quum ad statum vaporis aut liquiditatis transeunt, quantitatem satis magnam caloris absorvent à circumstantibus corporibus, in quibus refrigeratio succedat, necesse est. Obvio experimento viatoribus, agricolis, venatoribus familiare idipsum comprobatur. Æstate fervente, ut vinum refrigerent, lagenam madidis pannis involutam solis radiis exponunt, à quibus

evaporatio aquæ in pannis madidis excitatur; quæ evaporatio partem calorici in vino contenti secum abripit, ac proinde vinum refrigescit, calore avolante. Hoc fortassè indicare voluit Aristoteles in suis problematis, inquiens: vinum solis radiis expositum frigefieri, à quibusdam circumferri; quin modum indicet refrigerationis.

159 Fluida *aeriformia* permanentia (nam de non permanentibus hic non agimus) sunt compressionis capacia, elastica, pellucida, invisibilia, neque à frigore ad statum liquoris condensatione reduci possunt. Aliqua ex his in natura existunt, quamvis artificio hominum etiam educantur, aut potius è suis latebris extrahantur: alia industria chemichorum solum obtinentur. In duas classes hujusmodi fluida distribuunt, *vivificantia* seu quæ ad vitam, animalium respirationem, et corporum combustionem necessaria sunt, in prima classe collocant; qualia sunt aer atmosphæricus, et *aer purus* seu vitalis, quem *oxygenium* placuit ipsis nuncupare: in altera *suffocantia*, quæ et *azotica*, seu non vitalia appellant, comprehenduntur. Generaliori vocabulo *gas* ab Hebræis desumpto fluida aeriformia donantur; quod quidem secretionem à corpore emanantem significat. *Spiritus silvestris* antea à chemicis dicebatur, quod Vanhelmontius, et ab eo recentiores *gas* appellant: ceterum Boyle, Hales, Priestleius commune aeris nomen retinuerunt.

160 *Basis*, seu *radicale* illam substantiam chemici appellant, quæ cum alia copulata, seu

ipsam ad se trahens, aut imbibens, novam substantiam componit è duabus ita *combinatis* coalescentem. Frequentissimus est apud chemicos hujus vocabuli usus, ut in sequentibus passim videbimus. Ne tamen fines nostros, ac præfixam cursui studiorum philosophiæ brevitatem prætergrediamur, præcipua seligemus, quæ de fluidis elasticis traduntur ad physicas notiones pertinentia. Qui velit hæc fusius tractata atque experimenta noscere, quibus fluidorum elasticorum natura detecta est, Lavoisierum adeat, Brissonum, ac Dandoli annotationes ad Josephi Poli Physicam experimentalem.

§. II.

Classes fluidorum elasticorum describuntur.

161 Quoniam omnia fluida, seu *gas* in duas species præcipuas, seu classes distribui jam innuimus, *vivificantia* scilicet et *azotica* nunc, quæ in ipsis comprehendantur fluida exponere pergemus. Et in prima quidem classe duo tantum inveniuntur, *aer atmosphericus* et *aer vitalis* seu *oxygenium*, quem comes Saluzzius esse verum aerem elementarem existimat, atque omnium fluidorum aeriformium parentem; ex quo cum aliis substantiis combinato reliqua omnia fluida aeriformia proveniunt. Fluida, seu gas *azotica* in tres classes commodius partiuntur: prima continet quæ salina non sunt, seu quæ nec *acida*, nec *alcalina* inveniuntur: altera salina comprehendit

dit, quæ vel acida, vel alcalina fuerint: tertia demum inflammabilia omnia includit, quæ *hydrogenia* appellantur.

162 In primo ordine, qui *gas* non salina includit, numerantur *gas azoticum* propriè dictum, quod *aer phlogisticatus*, seu *mopheticus* antea audiebat: gas *nitrosum*, sive aer nitrosus; et *gas muriaticum oxygenium*, quod et *aer acidus marinus dephlogisticatus* antea dicebatur.

163 Inter gas salina secundo ordine comprehensa numerantur *gas acidum carbonicum*, quod *aer fixus* audiebat; *gas acidum muriaticum*, quod et *aer acidus marinus*; *gas acidum sulphurosum*, quod et *aer acidus vitriolicus*: *gas acidum fluoricum*, sive *aer acidus spaticus*: et *gas ammoniacale*, quod *aer alcalinus* antea vocitari consuevit.

164 Omnia inflammabilia, quæ tertio ordine comprehenduntur, ad eamdem speciem *gas hydrogenii* referuntur, etiamsi quasdam induant varietates. *Gas* itaque *hydrogenium purum*, quod et *aer inflammabilis* audit, vel est *hydrogenium sulphuratum*, sive aer *phosphoricus*, vel *gas hydrogenium carbonatum*, *gas hydrogenium carbonicum*; ac demum *gas hydrogenium palustre*.

165 Omnia fluida aeriformia *radicale* seu *basim* (160) habent simplicem, aut compositam cum calorico (157) combinatam. In substantiis tamen, à quibus extrahuntur, tantum eorum *bases* continentur, quæ tempore dissolutionis cum *calorico* copulantur, ab eoque formam fluidi elastici nanciscuntur, postquam

è substantiis, à quibus educuntur, avolaverint. Breviter in sequentibus indicabimus prædictorum fluidorum *bases*, seu *radicalia*, quin omnium naturam et proprietates fusius persequamur; præcipua tamen de aere atmosphærico, *gas acido carbonico*, seu *aere fixo*, et *gas hydrogenio* exponemus, postquam fluidorum radicalia indicaverimus; quoniam tria hæc fluida ad plures physicas notiones manu ducunt et præcipua phænomena aerea ab his producuntur.

§. III.

Bases, seu radicale fluidorum elasticorum exponuntur.

166 I. Aer atmosphæricus duobus fluidis elasticis invicem permixtis componitur; aere nimirum puro seu vitali, qui *gas oxigenium* Laboisiero, ac recentioribus chemicis nuncupatur; et *gas azotico*, quod aerem *phlogisticatum* antea vocabant. Hujusmodi tamen partes componentes non æquis portionibus in atmosphæra continentur: nam *gas oxygenium* tantum, *gas azoticum* ad 72 partes atmosphæræ tribuit. Basis aeris puri, seu *oxygenii* est illud principium, sine quo *acida* non generantur, unde et illi nomen impositum, quasi *acidorum generator* latinè diceretur. Oxygenium tamen acidum ipsum non est; at ipsius permixtione acida generantur. *Gas azoticum* ... sim habet non alio charactere notam, ... quod vitæ animali sustinendæ impar sit, a qu...

azoticum nuncupatur. Verum ut observat Chaptal in Compen. Chemiæ, hoc nomen genericum est, proprietatem ipsi tribuens, quæ omnibus fere *gas* communis est; quare *nitrogenium* rectius appellari *gas azoticum*, modestè laudatus auctor proponit. Nos tamen receptum nomen retinebimus, eo quod passim apud auctores novissimos ita circumferatur.

167 2. Basis *gas nitrosi* est prædictum *azoticum* cum oxygenio, modica tamen quantitate conjunctum. 3. Basis *gas muriatici oxygenii* est acidum muriaticum oxygenio et flamma refertum. 4. Basis *gas acidi carbonici* est *oxygenium*, habens *carbonem purum* in dissolutione. Porrò *carbo purus* est substantia illa, quæ è carbone educitur, à reliquis substantiis terreis, ex quibus componitur, separata: *carbonium* alii vocant, ab eoque carbones ordinarii habent, quod combustibiles fiant. 5. Basis *gas acidi muriatici* est *acidum muriaticum* aqua superabundante destitutum. 6. Basis *gas acidi sulphurosi* est *acidum sulphuricum* seu *vitriolicum*, quod ob abundans sulphur *oxygenii* partem amittit, et aquam redundantem exuit. 7. Basis *gas acidi fluorici*, quod et *gas spaticum*, est acidum fluoricum aqua redundante exutum. 8. Basis *gas ammoniacalis* est ammoniacum sive *alcali* volatile *causticum* aqua redundante privatum.

168 9. Basis *gas hydrogenii* puri est substantia quædam incognita, quæ hydrogenia dicitur, eo quod ab ipsa aqua generatur. 10. Ab hydrogenio sulphur dissolutum continente *gas*

hydrogenium sulphuratum oritur, quod proind prædictis tamquam basibus componitur, et a *hepaticus* antea audiebat. 11. *Hydrogeniu* etiam phosphorum solutum in se continens g *hydrogenium phosphoratum* generat, quæ d proinde illius bases sunt. 12. Similiter *gas h drogenium carbonatum*, et 13. *Gas hydrogeni carbonicum* ab *hydrogenio* tamquam basi co ponuntur: primum tamen *carbonium* solut continet; alterum *acidum carbonicum*; s *oxygenium carbonio* mixtum. 14. Tandem *h drogenium palustre*, *hydrogenium*, *et gas a ticum* pro basi habet; quæ tamen multimo proportionibus conjungi possunt.

169 Schol. Ex hactenus expositis pers cuum fit, omnia acida ab oxygenio comp quod per singulas acidorum species subs tiam sibi affinem copulans, peculiarem a cujusque naturam induit, ab eaque denom tur: ex. gr. *aqua regia*, quæ est acidum *ni muriaticum*, ab *acido nitrico*, et *acido mu tico* componitur; ex quibus postremum ob nitatem cum *oxygenio* ad contactum ve cum acido *nitrico*, ejus oxygenium invadit eoque habet ut aurum, platinam, cetera solvat, quæ ab acido nitrico seu aqua forti tacta relinquuntur.

§. IV.

De fluidis aerem atmosphæricum constituentibus.

170 Aer atmosphæricus tamquam elementum antea habebatur; nunc autem à duobus saltem fluidis elasticis componi, quæ natura prorsus diversa sunt, è pluribus experimentis, veluti extra dubium positum, existimant plerique. Missa hic facio *caloricum* et *lucem*, è quibus omnia fluida constitui, atque in dissolutione retineri certum, aut saltem simillimum vero videtur. Quare ad duo fluida tantum aeriformia sermonem convertemus: quæ quidem, ut supra jam semel et iterum innuimus, sunt *aer vitalis*, *oxygenium* dictum, et *gas azoticum*, quod sine alterius consortio vitæ animalium noxium reputatur. Primum à corporum combustione absorbetur; alterum intactum à combustione relinquitur: quod quidem sequenti tentamine nullo negotio peragendum perspicuum fit. Sub vase vitreo in campanæ figuram conformato, cujus labrum intra aquam demersum sit, ita ut aeri externo aditus penitus intercludatur, parva candela accensa supra frustulum suberis, aut alterius ligni collocatur. Ac primum quidem aer tenuis è campana per aquam penetrans elabitur: deinde candelæ flamma sensim elanguet, donec penitus extinguatur: quo tempore etiam aqua intra campanam vitream elevatur, ita ut quum omnia refrigue-

rint, ad quartam partem internæ ejus capacitatis aqua oppleta inveniatur; illud spatium occupans, quod aer per aquam elabens, tempore combustionis candelæ deseruit. Quod si animal quodcumque intra campanam includas ita ut nulla aeris externi particula in ipsam irrumpat, intra pauca minuta suffocatur.

171 Corol. Aer igitur expulsus quartam partem capacitatis campanæ vitreæ occupabit aerque relictus nec igni alendo, nec vitæ animali propagandæ aptus est. Quare in aere atmosphærico duo fluida penitus diversa mixta sunt, ex quibus aer vitalis in combustione consumitur, ad eamque peragendam est prorsus necessarius: alterum ad tres quartas partes altero avolante, relictus, neque combustioni neque vitæ alendæ aptum est, atque adeo *azoticum* nuncupatur. Ceterum combustionis tempore *gas* aliud generatur, quod *gas acidum carbonicum* sive *aerem fixum* antea concepimus. Hoc tamen aquam agitando, aut aqua calce dissoluta facilè à *fluido azotico* separatur quod numquam cum aqua miscetur, ut miscetur *gas carbonicum*, quod idcirco aquæ agitatione ab ipsa absorbetur.

172 Aer purus seu vitalis ab *oxygenio calorico* magna quantitate ipsi copulato componitur. A Priestleyo, ac ferè omnibus recentibus usque ad Lavoisierum, *aer dephlogisticatus* audiebat. E pluribus substantiis aer vitalis extrahitur, calore ipsas dissolvendo; præsertim tamen ab *oxydo seu calce nativa Manganesia*, *ab oxydo mercuriali* rubro, ac foliis

dibus plantarum soli expositis educitur. Hæ tamen substantiæ aerem ipsum non continent, sed tantum ejus *radicale* seu *basim*, quod est oxygenium. Metalla enim in calcem non rediguntur, nisi à *combinatione* cum oxygenio; quod ab ipsis absorptum, eorum pondus auget. *Oxygenium* autem in calcibus metallorum contentum, et quasi concretum, calore solvitur, et *calorico* immixtum ad statum fluidi elastici transit, quod est aer ipse *vitalis*, de quo agimus. Metalium autem, quum ab eo *oxygenium* fuit extractum, ad statum pristinum redit è *statu calcis*, ad quem ab oxygenio translatum fuerat; ac levius fit, amisso pondere, quo ab oxygenio auctum in combinatione fuit.

173 Corol. 1. Combustio igitur nihil aliud est, quam *combinatio* oxygenii cum substantia combustibili: quare aer vitalis est, qui in combustione magis resolvitur, quam ipsum corpus combustibile. Unde in omni combustione, si propriè loquamur, aer purus tantum comburitur. Observatum etiam est, corpus accensum, si ab aere vitali modo supra exposito à substantiis extracto, concitetur, citissimè comburi, atque ignem quadruplo majorem, quam si aere communi sufflетur, concipere.

174 Corol. 2. Planetæ solis contactu maximam quantitatem aeris vitalis atmosphære communicant; ex quo salubritas aeris campestris, ac vita rustica diuturnior, valentior, ac robustior videtur repetenda. Contra autem in urbibus, præsertim si frequentiores fuerint,

aer minus sanus, valetudo pluribus infirmitatibus obnoxia, ac imbecillior constitutio corporis experimentis quotidianis reperitur. Quo enim aer purior est, illum respirationi aptiorem experimur, ceterisque vitæ functionibus majorem vigorem impertitur, quibus vita animalis conservatur, ac producitur.

175 Schol. Ut præced. corol. majore in lumine collocetur, juvat hic respirationis animalis theoriam breviter exhibere juxta principia hactenus stabilita, à quibus maximè declaratur. Præcipuus naturæ finis in respiratione est, sanguinem ad contactum cum aere atmosphærico adducere; quod fit medio viscere pulmonari, ut omnibus notum est, cujus alterna contractione et dilatatione aer exspiratur, et inspiratur; indèque contactus sanguinis interius circulantis cum aere nos ambiente obtinetur. Ex hujusmodi contactu illud præcipuè habetur, ex quo veluti fonte ceteræ functiones animales derivantur; restitutio nimirum *calorici*, quod continenter machina animalis deperdit; quodque magna copia in aere puro continetur. Verum in contactu aeris atmosphærici cum sanguine *oxygenium* cum *carbonio* combinatur, quod abundanter in pulmonibus et sanguine continetur; et *caloricum* ab eo sejunctum transit in sanguinem. Nam supra jam diximus, aerem vitalem ex *calorico* et *oxygenio* componi. Quare parte illa aeris atmosphærici, quæ *aer vitalis* est, in inspiratione resoluta, ob disjunctionem *oxigenii* à *calorico*, quæ duo illam constituebant, reliquum aeris, quod in expiratione re-

tituitur, aere vitali ferè destitutum manet; ac novum aliud emergit fluidum, quod *gas acidum carbonicum*, seu *aer fixus* vocatur. Duplex igitur beneficium nobis *aer vitalis* inspiratus impertit, videlicet *carbonium*, quo sanguis abundat, quodque ipsi nocumentum non modicum, si redundaret, afferret, ab ipso aufert; et *caloricum* è nostro corpore in atmosphæram et circumstantia corpora avolans, continenter reparat; caloricum suum in sanguinem insinuando, quum ab *oxygenio* separatur. *Hydrogenium* (168) etiam in sanguine reperitur, quod *oxygenio* copulatum aquam componit; et hinc est quantitas illa æquæ, quam in exspiratione è pulmonibus in formam vaporis exhalamus.

176 Corol. Animalis itaque respiratio est lenta quædam in pulmone combustio duarum, quæ in sanguine reperiuntur, substantiarum, *hydrogenii* videlicet et *carbonii*; quam quidem combustionem peragit gas *oxygenium* in aere contentum; quemadmodum in candela, aut lucerna iisdem principiis, *hydrogenio*, et *carbonio* compositis perficitur. Quare animalia respirantia sunt vera combustibilia, quæ insensibiliter ardent, et consumuntur, ut lampades. In respiratione æquè atque in combustione aer atmosphæricus *oxygenium* et *caloricum* subministrat; sanguis autem *hydrogenium* et *carbonium*, ut cetera combustibilia. Quod si animalia alimentis non repararent *hydrogenium* et *carbonium*, continenter in respiratione deperditum, idem ipsis contingeret, quod lampadi

ardenti, oleo deficiente, usuvenit; extinguerentur nimirum, pabulo lentæ combustioni subtracto. Nam quos memoravimus in experimento supra relato candelæ ardentis intra campanam vitream collocatæ, eosdem effectus experimur, si animal vivens loco candelæ, aut lucernæ introducatur: animal siquidem sensim aerem vitalem destruit respirando, cujus vice *gas acidum carbonicum*, et aqua generantur; quare aere vitali deficiente, ab *acido carbonico* animal suffocatur. Investigata autem natura fluidi intra campanam remanentis, postquam candela, aut animal extincta fuerit, duo reperiuntur. Nimirum *gas azoticum* (170), quod in atmosphærico aere continebatur haud alteratum, aut quantitate minutum, *gas* verò *oxygenium* penè consumptum: pars enim cum *carbonio* sanguinis copulatum est, ut in combustione candelæ intra campanam cum carbonio ejusdem; ex qua conjunctione *gas acidum carbonicum* compositum fuit; pars cum hydrogenio candelæ, aut sanguinis aquam formavit, cujus aliqua portio subtilior ad modum aeris tenui vapore resoluta è campana avolat, aquamque transcendit: residuum admiscetur aquæ intra campanam contentæ.

Enimverò respirationis status frequentissimè in animali variatur, tum à vigilia et somno, in quo functiones vitales intenduntur (Metaph. 367); quum etiam à labore tam corporis quam mentis: *corpora enim nostra motu atque exercitatione recalescunt*; quod a calorico per frequentem respirationem in sanguinem abundantius in-

troducto provenire, ex dictis eruitur. A varietate etiam tempestatum nonnulla in respirationem inducitur mutasio: tempore enim frigido frequentiores sunt respiraciones, calido remissiores: quod sapientissimi naturæ auctoris providentia ita dispositum est, ut caloricum abundantius in hieme deperditum, frequentiore respiratione instauretur. Hinc observante Laboisiero in Dissertat. de Respiratione à Dandolo italice evulgata, magnum discrimen intercedit inter individua, etiamsi gravibus exercitationibus non subjaceant, in ordine ad pondus deperditum: nimirum ab undecim granis quolibet minuto ad 32; quod in solidis 24 horis ab 1 lib. 31 unc. cum 4 grossis ad 5 libras excurreret: in qua tamen supputatione effectus transpirationis cutaneæ, pulmonaris, ac respirationis comprehenduntur. Unde media proportione assumpta, pondus amissum seu materia deperdita foret = 18 gran. singulis minut. seu 1 unc. cum 7 grossis singulis horis: ac 2 libris cum 13 unciis transactis 24 diei horis: ex quibus transpirationi cutaneæ libra cum 14 unciis respondent; reliquæ 15 unciæ respirationis sunt productum.

In hac media proportione assumpta, quoad effectus respirationis spectat, homo solido die 36, 000 poll. cub. seu 21 ped. cub. circiter auræ vitalis consumeret, qui 31 uncias pendent: ex quibus 12 paulo amplius aquæ formandæ insumuntur; reliquum *acido carbonio* producendo destinatur. Volumen *gas acidi carbonici* hoc tempore ductum = 14, 832 poll. cub. seu 5

ped. cum dimidio circiter: quorum pondus est 1 lib. 2 unc. 1 gros. 69 gran. Ex his 4 unc. 6 gros. 48 gran. carbonio tribuuntur: oxygenio verò 11 unciæ, 3 gros. 21 gran. Pondus aquæ hoc tempore formatæ est 1 lib. 5 unc. 6 gros. 23 gran. in qua componenda 3 unc. 1 gros. gran. 24 hydrogenii insumuntur: oxygenii verò 1 lib. 3 unc. gros. 4 gran. 71. Quantitas aquæ à transpiratione pulmonari formata 7 unc. æquatur. Unde simul collectis summis hoc modo:

Aqua ex transp. cut. lib. 1 unc.	14	gros.	gran.	
A transp. pulm.	7	:		
Carbonii	4	: 6 :	48	
Hidrogenii	3	: 1 :	24	
summa lib. 2 unc.	13			

quam supra posuit Lavoisierus ponderis, quod homo amitteret solidis 24 horis. Hujusmodi calculus valdè differt ab altero Sanctorii, qui ex alimentis ab homine sumptis $\frac{5}{8}$ per transpirationem amitti statuit, reliquum secretionibus permittebat. Video tamen Lavoisierum ac Seguin in duplici dissertatione de Respiratione, ac Transpiratione pulmonari somni temporis minimè rationem habere, certè mentionem non facere; in quo Sanctorius ad 40 uncias ex pondere deperdi computavit.

Ceteroqui observatum à nonnullis physicis fuit, fœminas minore copia quam viros transpirare; quod et à pororum subtilitate majore, et ab excretione per alios corporis meatus pro-

venire potest. Compertum enim est, ab auctis excretionibus transpirationem minui: unde menstruæ purgationes in fœminis in causa esse possunt, cur minore copia præ viris transpirent: aut contra transpirationis defectum menstruis purgationibus suppleant.

Præter jam enuntiata restitutionis calorici, ac depositionis *gas acidi carbonici* in sanguine contenti, aliud etiam beneficium à respiratione haberi compertum erat à temporibus Boerhavii. Sanguinis nimirum rubedinem ab inspiratione seu contactu aeris provenire, quod etiam Beccaria tentaminibus factis confirmavit. Sanguis enim circulans, antequam ad contactum aeris deveniat in pulmonibus, atro colore inficitur, quem in ruborem commutat, statim ac per inspirationem ab aere contingitur. Quam observationem jam Duhamelius præmiserat; et auctor Philos. Inst. ad veter. ac recent. lectionem comparata an. 1695 editarum tom. 3 sect. 4 cap. 1 in conclus. 2 sic habet. "Primarius respiratiouis effectus in eo positus videtur, quod sanguinis motum promoveat, fluoremque ac rubrum colorem conciliet.

177 Corol. 1. Effectus itaque respirationis præcipui sunt expurgatio *carbonici* superabundantis in sanguine, calorici deperditi restitutio, ac ex atro in rubeum colorem ejusdem transmutatio; qui postremus effectus à duobus præcedentibus simul producitur. Nam et sanguis intra aerem vitalem inclusus majore rubedine micat, et ad *gas carbonicum*, *hydrogenium* aut *azotum* translatus, acquisitam rubedinem in

tetrum nigrorem commutat. Quod pariter evenire debere, si aer hujusmodi qualitatibus infestus inspiretur, res est manifestissima. Hinc insalubritas cœli in regionibus ubi aer ab exhalationibus mephiticis inficitur, ut sunt loca humidiora, paludosa, halitibus mineralibus infesta, aut hominum frequentia ob respirationem, transpirationem, excretorum fermentationem etc. deturpata.

178 Corol. 2. Malè igitur sibi consulunt, qui conclavia angusta et exactè clausa amant, ac omnem cum aere atmosphærico communicationem intercludunt; somni præsertim tempore, quando per plures horas idem aer continenter respirandus eumdem effectum producit, atque ille intra campanam vitream contentus. Et omninò similis procul dubio sequeretur eventus, si adeò exactè rimulæ obturarentur, ut nullam penitus cum externo communicationem permitterent aeri intra conclave retento. Quod si plures homines aut animalia etiam in amplis spatiis concludantur, ut in theatris, aut etiam in ecclesiis fieri solet; nisi aeri externo liber aditus permittatur, ita ut aer respiratus subinde renovetur, nocumentum maximum sanitati inde derivari, nemo est, qui non videat, si hactenus dicta ritè perpenderit. Funestissimum documentum Calcuttæ in Bengalæ regno posteritati reliquerunt anno 1756 quidam Angli, quos ad arcem *Fort Villiams* appellatam incredibili crudelitatis exemplo, ad 146 concluserunt in angustissimo carcere, cujus tota c… amplitudo duodeviginti pedes cubici, nec satis

in eum aditus aeri per duas fenestras permittebatur. Misera humanitas, quam impiè ab hominibus conculcaris! Et sanè post tres horas 50 ex illis interierunt; atque omnes procul dubio suffocati fuissent, nisi post decem horas indè 23, qui tantum vivi supererant, educti fuissent, 123 aliis jam tum è vivis sublatis. Carcerum Præfecti hoc documentum præ oculis semper habeant, ne antè sententiam judicum reos morte alliciant. Nam ab Spallanzanii experimentis habemus, animalia in aere undique concluso non solum ob defectum *gas oxygenii* interire; verum etiam ab effluviis transpirationis animalis, ex quibus cum aliis gas permixtis cadavericus quidam fœtor exhalatur; quem si animalia inspirent, statim exanimantur. Horum effluviorum tanta est pernicies, ut animalcula, quæ aeris defectu minimè intereunt, in hæc effluvia immersa pereant. Unde semper curandum, ut aer in habitaculis continenter renovetur; maxime ubi plures simul conveniunt, ac diutius immorantur, ne lethiferum hoc venenum in sanguinem introducant.

179 Corol. 3. Pejus adhuc sibi et infirmis consulunt, qui conclavia, ubi decumbunt, exactè clausa tenent; quasi magnum detrimentum ægris ab aere externo immineret; nullumque periculum ab aere mephitico, transpiratione, ac respiratione morbosa infirmi timendum foret: quæ omnia et benè valentibus, et malè affectis perniciosissima sunt. In nosocomiis præsertim, ubi plures simul infirmi decumbunt, ægritudinibus sæpe maleficis, et contagium latè

diffundentibus affecti, hoc maximè curandum, ut aer, etiam nocturno tempore, machinis, si opus fuerit, ad id adhibitis, renovetur, quod præsentissimum ex omnibus remedium est, alia-que, hoc non adhibito, nullius erunt utilitatis. Plura nitidè de hoc argumento disserit Josephus Guerrerus, Guadalaxaræ in America natus, in opere de Fluidis elasticis, quod hispanicè propediem in lucem dabit.

§. V.

De gas acido carbonico, sive aere fixo.

180 Plura nomina huic fluido imposita su... quæ noscere oportet; ne in legendis auctori-bus confundamur; et rem eamdem diversa esse putemus. Paracelsus *spiritum silvestrem* ...xit; Vanhelmontius, qui *spiritus* antiquori... in *gas* transformavit, *gas silvestre* appella... voluit. *Aer fixus* plerumque audierat a Boy... Halesio, Priestleyo, imò ab ipso Lavoisiero, ... ipsum deinde *gas acidum creticum*, ac dei... *gas acidum carbonicum* vocari jussit. *Aci...* *mephiticum*, *gas mephiticum*, *asidum aer...* ac frequentius *aerem fixum* etiam recentes sc... tores appellant. Ejus elementa, seu bases sunt ... partes *oxygenii*, ac 28 materiæ carbonosæ, q... *carbo*, et *carbonium* Chemici recentes nunc... runt. Hujusmodi *gas acidum carbonicum* ... ratum invenitur in campana vitrea, postq... corpus aliquod combustibile, aut respiratio ... malis aerem vitalem destruxit, ut superior... monuimus. A natura etiam abundanter pro...

citur nullo artis adjumento. In specu quodam propè Neapolim, quem *antrum canis*, italicè *grota del cane* vulgò dicunt, aer quidam è pavimento exhalat, qui vaporis tenuis naturam induit, et animalium respirationi nocentissimus est, ut experimento canis, à quo antro nomen, advenis phænomeni invisendi gratia convenientibus ostenditur. Agricolæ, qui fundum colunt, ubi antrum situm est, canem domesticum ad conspectum advenarum fugientem arripiunt, atque ad pavimentum os ejusdem applicant; intra minutum temporis canis sensum amittit, qui nisi statim in lacum vicinum immergatur, ut sensum recuperet, paulò post moritur, ut plurimis aliis tentaminibus compertum est. Hujusmodi specus Plinius etiam meminit. lib. 2. Hist. nat. cap. 93. "Spiritus lethales alibi aut scrobibus emissi, aut ipso loci situ mortiferi: alibi volucribus tantum, ut Soracte vicino Urbi tractu: alibi præter hominem ceteris animantibus: nonnumquam et homini, ut in Sinuessano agro et in Puteolano. Spiracula vocant, alii Charoneas scrobes mortiferum spiritum exhalantes." Notatu etiam ibi dignum est, facem accensam ab aere exhalante extingui, si ad pavimentum, ubi aer densior est, neque ob mixtionem cum aere atmosphærico purgatus a *gas* ipsum constituente, admoveatur. Instrumenta *pyrotecnica*, ut *scopletum*, inibi explosa ignem non concipiunt, quæ omnia signa evidentissima sunt aeris fixi seu *gas acidi carbonici* copiosè è visceribus terræ ascendentis: quod non solum in hoc antro, verum ex aliis

fodinis etiam exhalari, in dubium verti non postest; præsertim si terræ viscera sulphure abundent. In fontibus etiam è quibus *acidulæ aquæ* scaturiunt, hujusmodi fluidum contineri, à quo acidam naturam induant, existimant recentes chemici.

181 A liquoribus fermentantibus *gas acidum carbonicum* abunde generatur. Quare nihil mirandum plures, qui cellas vinarias, ubi vinum cereale aut commune fermentescebat, ingredientes, aut intra ipsas diù commorantes, januis clausis, ab aere *mephitico*, id quod in *antro canis* evenit, suffocatos interiisse. Idem contingit iis, qui intra conclavia clausa ignem carbonibus accendunt, maximè si inibi dormiant; ut dum nos Januæ commoraremur, quibusdam ædificatoribus prunis accensis in conclavi dormientibus, funesto exemplo comprobandum est, æterno somno correptis. Mors Joviani Imperatoris vapori carbonum etiam tribuitur: quamvis non omnes historici in eam sententiam conspirent. Hoc tamen apud omnes chemicos hodiè certum est, à combustione corporum, maximè carbonis, à quo nomen huic fluido inditum est, quemadmodum à respiratione anima[illegible] quam lentam esse combustionem modò innu[illegible] mus, *gas acidum carbonicum* abundè genera[illegible]

182 Artificio etiam chemico e pluribus sub[illegible] stantiis educitur maxime è calcaribus. Si cre[illegible] tam in pulverem redactam madefeceris, ac de[illegible] de acidum vitriolicum modica aqua dilutu[illegible] illi pulveri immiscueris in phialia AC (fig. [illegible] ad id destinata, magna effervescentia excita[illegible]

tur; deinde os vasis obturatur, atque intra vas IK aqua plenum phiala altera, F aqua itidem plena, atque inversa supra planum foro pertusum statuitur, ut mediante siphone BDH per aquam transeunte, è phiala AC *gas* continente, ad eamdem ipsum transferatur aqua videlicet ex E per tubum descendens vi nativæ gravitatis usque ad phialam AC, *gas* levius expellit, ac per eumdem tubum BDE ad phialam F transfertur. Demum antequam ex aqua phiala FE amoveatur, exactè occludenda est, ne aeri atmosphærico aditus pateat; habebisque *gas acidum carbonicum*, sive *aerem fixum* ad usus quos volueris destinatum. Hoc modo etiam *aer vitalis*, seu *gas oxygenium* è substantiis ipsum præbentibus obtineri posse, perspicuum est.

183 Schol. Etiamsi prædictum *gas* per omnia aeri atmosphærico simile videatur, pluribus tamen ab ipso differre compertum est. Nam quin de ejus qualitate *azotica* loquamur, animalium respirationi nocentissima, illius gravitas specifica multò major est gravitate aeris atmosphærici. Brissonus asserit esse ut 151 : 100, quæ proportio plusquam dimidio graviorem esse demonstrat. Deinde *gas acidum carbonicum* maximam cum aqua affinitamem exercet, ita ut si ad contactum deveniant, statim misceantur, aqua illud absorvente, maximè si aqua nonnihil agitetur, ut contactus major evadat. Hac de causa animalibus *asfixia* correptis ob aerem fixum respiratum, immersio in aquas præsentissimum est remedium, si prompte adhibeatur; ut in cane antri Puteolani fieri, modo diximus. De-

mum aer atmosphæricus nullo sapore insignis est, *gas* verò *acidum carbonicum* linguæ admotum, acidum saporem exhibet.

§. VI.

De aere inflammabili, seu gas hydrogenio.

184 Fluidum hoc *aer inflammabilis* antea dictum, à Lavoisiero *gas hydrogenii* seu *aquæ genitoris* nomine donatum, ab aquis stagnantibus, locis palustribus, fodinis metallicis et carbonariis, substantiis animalibus, ac vegetabilibus putrescentibus continenter producitur, atque in atmosphæram transfunditur. At tamen in hoc statu aliis fluidis permixtum plerumque effertur: omninò purum ab aqua resoluta obtinetur, quoniam ejus *basis* unum est e principiis aquam constituentibus, atque idcircò *hydrogenium* est appellatum. Aqua enim e recentibus tentaminibus à Purcroyo, Plac[illegible] Lavoisiero factis facem ipsis præferente Cavendish, ac Priestleyo, qui nec opinatus ante eos in eam rem offendit, quin animadverteret substantia simplex non est, ut vulgo ferebatur, at corpus duobus fluidis elasticis compositum *oxygenio* nimirum et *gas hydrogenio* proportione 17: 3 ambo permixta; seu in 1[illegible] partes totum dividendo, 85 *oxygenio*, 15 *hydrogenio* tribuuntur, Quare si pedem aquæ cubicum educere velis, qui 70 libris ponder[illegible] æquatur, 59 lib. 8 uncias *gas oxygenii*, ac [illegible] lib. 8 unc. *gas hydrogenii* permiscere comb[illegible]

rendo debes, in apparatu chemico ad id destinato; posteaque quantitas aquæ ponderi duorum fluidorum perfectè respondens invenitur; pes videlicet cubicus aquæ 70 lib. ut modò dictum est pondere continens; quod invictum est argumentum contra negantes, aquam ab utroque fluido generari, in quibus est Metherie, qui numquam aquam à combustione utriusque fluidi obtentam, æquare ipsorum pondus, affirmat: et hæc quidem synthesis est aquæ generationis.

185 Analysi etiam ejusdem principia demonstrantur, simulque *gas hydrogenium* aquæ resolutione obtinetur. In apparatu (fig. 30) descripto limatura ferri ponatur in phiala A, cui infundatur *acidum sulphureum*, aut *muriaticum tartaricum*, aut *carbonatum* aqua copiosa dilutum: quo facto quædam fermentatio calida excitatur, quæ aerem expellit in vase contentum. Tum admoto tubo BDE *gas hydrogenium* in alteram phialam inversam EF in H constitutam transit, ut antea de aere fixo loquentes fieri diximus. Ferrum, nimirum, aut etiam *zincum oxygenio* copulatur, *hydrogeniumque à calorico* in formam fluidi elastici resolutum liberum abire permittit. Tum etiam ferreo carbonibus accensis imposito, atque in tubum B desinenti aqua guttatim infunditur, quæ à calore ejus *bases* resolvente, *hydrogenium* abire sinit, ex quo per tubum in phialam F, aut si malueris campanam vitream adhibere poteris, fluidum aeriforme copiosè transcendit, quod erit *gas hydrogenium.*

186 Characteristicæ proprietates hujusce fluidi sunt: 1. Odor quidam gravis, ac naribus ingratus. 2. Nullum aciditatis signum præbet, ex his, quæ acidorum peculiaria sunt, ut calcem aqua dilutam præcipitare, ac heliotropii tincturam in rubeum colorem mutare. 3. Omnium fluidorum elasticorum levissimum quum sit, gravitatem habet specificam, quæ cum aere comparata, est ut 8,04 ad 100,00. Ob hanc proprietatem *gas hydrogenium* globis aereostaticis felici successu applicatum est, ab ejusque levitate eorumdem elevatio obtinetur. 4. *Gas hydrogenium* viventia suffocat, ut cetera *azotica*: peculiare tamen ipsi est, vehementes convulsiones excitare in corpore in ipsum immerso. 5 Etiamsi facillimè conflagret, corpora ardentia in ipsum immissa statim extinguit. Notatu tamen dignum est, candelam accensam, quæ dum in *gas hidrogenium* introducitur, ejus superficiem accendit, ulterius promotam extingui: dum verò ab eodem extrahitur, sæpius iterum inflammatur. Nam hujusmodi fluidum ab aere segregatum, numquam nisi ubi ab aere contingitur, inflammatur. Quæ quidem accensio eò promptior est, quo contactus cum aere evadit prolixior. In lagena vitrea tertiam partem *gas hydrogenii* cum duabus aeris atmosphærici commisce, ac ejus ori candelam accensam admove: *gas* statim conflagrat, ac strepitum edit similem pulveri nitrato accenso detonanti, qui fragor maximè resultaret, si loco aeris atmosphærici *gas oxygenium* substitueretur.

187 Schol. A levitate hujus fluidi, ejus-

demque inflammabilitate fortassè derivantur coruscationes, fulgura, tonitrua in superiore atmosphæra excitata, igne electrico incendium in *gas hydrogenium* transmittente. Inventa quippe est machina à Volta, industrio physico, quam *pistolam electricam* vocant (fig. 31), in cujus vase æreo *ag* gas hydrogenium proportione supradicta unius tertiæ partis, et aer atmosphæricus ad duas tertias includuntur. Vasis fundo virga metallica recurva *be* aptatur intra tubum vitreum *da* mastice conglutinatum, ne in metallum electricitatem transfundat: os vasis *g* subære occluditur, aut tubus ferreus globo plumbeo oneratus, ut in scopletus fieri solet, collocatur. Jam si corpori *electrizato* extremitas *b* propè contactum applicetur, ut in machina electrica fieri solet, scintilla electrica excitabitur, quæ virgam *be* transcendens, alteram scintillam ejaculabit è globulo *b* ad alteram extremitatem in modum virgæ recurvæ conformata, ab eaque incendium in *gas* vase contentum transfundetur; quod quum clausum sit, magno fragore obturamentum subæreum, aut plumbeum globum explodet. E fodinis, præsertim undè carbo fossilis extrahitur, aer inflammabilis exhalat, qui sua levitate superiora petit: idcirco magna cautio est fossoribus inibi laborantibus, ne facibus accensis incendium excitent, quod ipsorum vitæ dispendio fieri, nemo non videt, et quandoque tristi experimento compertum est. Augustæ Taurinorum paucis abhinc annis, referente Josepho Poli oculato teste, quum quidam locus

immundus purgaretur, ubi hujusmodi *gas* magnam copiam contineri supra innuimus, quidam ex operariis, fortassè ut loci profunditatem exploraret, chartam accensam demisit, à qua incendium, cum fragore adeò vehemens excitatum fuit, veluti si plura tormenta bellica majora explosa fuissent. Ex quo plura meteora atmosphærica ac etiam quæ propè superficiem terræ visuntur explicatu faciliora fiunt, ut sunt tonitrua, fulgura, coruscationes, ignes fatui in sepulchretis, non sine terrore à vulgo conspecti, quasi ignis expiatorii animarum, quarum corpora ibi sepulta jacent, indicium foret; aliaque sexcenta, quæ facili animadversione in natura deteguntur.

188 Juvat ad calcem hujus capitis gravitates specificas fluidorum elasticorum, tum cum gravitate aeris atmosphærici, quum etiam cum gravitate aquæ puræ seu distillatæ comparatas exhibere in decimalibus ex Brissono.

Aer atmosphæricus	100,0000
Aer purus, gas oxyg.	108,6795
Gas azoticum	96,6040
Gas nitrosum	105,6365
Gas acid. carbon.	151,0642
Gas acid. muriat.	173,2344
Gas acid. sulph.	206,0560
Gas ammoniac.	53,0353
Gas hydrog. pur.	8,0425
Aqua distill.	10000,0000
Aer atmosph.	12,3233
Aer purus seu gas oxyg.	13,3929

Gas azoticum	11,9048
Gas nitrosum	13,0179
Gas acid. carbon.	18,6161
Gas acid. mur.	21,3482
Gas ammon.	6,5357
Gas hydr. pur.	0,9911
Gas sulph.	25,3929

CAPUT TERTIUM.

De atmosphæra terrestri.

189 Quocumque terrarum nos vertamus, fluido circumdamur, cujus proprietates, variationibus exiguis à loci constitutione provenientibus demptis, ubique gentium eædem sunt, ut peregrinationibus per universam orbis superficiem terra marique etiamnum institutis comprobatum habemus. Tellus igitur undique aere circumfunditur, qui ubique ipsius figuram affectat; à gravitate nimirum in centrum, ut fluidorum mos est, id exigente, quum omnes ejus particulæ per lineam directionis grávium (Phys. Gen. 221) ad terræ centrum ferantur. Quare atmosphæra telluris tamquam fluidum uniforme per universam ejus superficiem difusum, eisdem legibus atque affectionibus subjectum, ad quamdam à terra altitudinem pertinens, ipsiusque terræ quasi vehiculum concipi potest. Ceterum antequam de atmosphæra reliqua, quæ dicenda occurunt tradamus, vapores ab exhalationibus secernere oportet. Vapores aquosis et humidis, exhalationes siccis cujuscumque demum generis sint particulis constant.

190 Prop. I. " Atmosphæra est fluidum heterogenearum substantiarum particulis magna copia refertum." *Dem.* Innumera corpora in terra continenter disolvuntur; in vapores, fumum, ignem abeunt, alia continenter pondere minuuntur insensibili evaporatione ac transpiratione; quæ in viventibus nisi alimentorum pabulo denuo reficiantur, tandem interitum ipsis affert, maxima sui parte amissa. Quo igitur hæ substantiæ desperditæ abeunt? Nam materia aliam configurationem induere potest, interire omninò non potest. Quare substantiæ omnes in tenuissimas particulas resolutæ, neque uspiam loci apparentes, in aliam conversæ figuram in atmosphæra ipsas recipiente exilissima mole conformatæ, quæ specificè aere circumfluo evadat, contineantur oportet. Experimenta singulatim id in plantis, animalibus, aliisque corporibus comprobantia legi possunt apud Stephanum Hales in duobus eximiis opusculis, quæ *vegetabilium* alterum, alterum *animalium Staticam* appellavit. Nos hic præcipuas substantias, à quibus atmosphæra exhalationum et vaporum copia gravida fit, ex Muschemb. cap. 38 Elem. Phys. colligemus.

191. 1. Omnes odorosæ particulæ ex plantarum trunco, frondibus, floribus, fructibus circumfluentes. 2. Vegetantium fluida continenter ab ipsis transpiratione exhalata. 3. *Spiritus*, e ex succis plantarum, florum, fructuum etc. humanos usus conficiuntur, quorum maior copia in auram transmeat, quam arte colligatur; his similes natura spontè educit ex omnium ve-

getantium partibus dum soli aprico exponuntur. 4. Volatilia plantarum olea, sales, terra volatiles, particulæ metallicæ etc., quæ actione caloris dissolvuntur, ac per atmosphæram ultrò citròque deferuntur. 5. Animalium respiratio, sudor, transpiratio, aqua, salibus, oleis, limpha etc. referta, ac per auras avolantia; quæ pariter ex putrescentibus corporibus fermentatione rarefacta extruduntur. 6. Aquarum evaporatio ex marium, lacuum, fluminum, stagnantium aquarum in superficie terræ, et ab ipsa etiam magna copia à pluvia, rore, nive, ceteris imbibitarum mole provenientia. 7. Ex fossilibus plura atmosphæram implent quam recenseri queant, ut sulphur, arsenicum, antimonium, auripigmentum, zincum, cobaltum, bismut, olea fossilia, quorum particulæ è terræ visceribus spirantia in auras deferuntur. Plurima etiam è vulcanicis cavernis, quarum et numerus est opinioni major, et combustione dissipantur substantiæ omnis generis, quæ in visceribus terræ depositæ, ignis actione attenuatæ aeri immiscentur. 8. Omnium fluidorum aeriformium elementa, quæ in atmosphæra veluti propriam habent sedem, et copiosissimè in naturæ officina in singula momenta nulla intercapedine elaborantur; ut meritò dici queat, atmosphæram terrestrem esse magnam naturæ officinam, in qua omnes chemiæ operationes continenter perficiuntur. Adde huc immensam animalculorum copiam, quæ tamquam pisces in aqua, sedem propriam in atmosphæra habent; innumera exilissima semina; ovia etiam ani-

malculorum tenuissima, quæ à ventis ultro ci-troque delata, plurima edunt phænomena, ex quibus opinio ortus animalium ex putredine olim traxit originem, ac patrocinium etiamnum apud quosdam non infimi subsellii viros invenire miramur.

192 Prop. II. "Exhalationum ac vaporum elevatio multiplici de causa evenire potest; quæ de attractionibus et affinitatibus pronunciamus." Prob. Ex tabula gravitatis specificæ cujusque fluidi aeriformis habemus, plura ex iis aere atmosphærico leviora esse: debent igitur ex hydrostaticæ legibus ascendere, dum in officina naturæ ad hujusmodi fluidi indolem capessendam adiguntur, eo modo quo globi aereostatici sursum versus hominibus etiam onusti deferri conspiciuntur. Ex his autem fluidis pleraque substantiis rarefactis, ab aere penitus diversis componuntur, ut suo loco chemicorum vestigia legentes possuimus: quarè præcipua causa elevationis harum substantiarum ab specifica levitate, quam vi resolutionis obtinent præ aere atmosphærico desumenda videtur. Alii scriptores ad causam ascensionis liquorum per tubos capillares recurrunt atmosphæram veluti spongiam infinitis tubis capillaribus compositam imaginantes, quod quidem à vero non abludit; cui etiam materiam electricam è globo terraqueo jugiter avolantem suppetias præstare non dubitant. Illud certum è chemicis tentaminibus habemus, natura et arte omnium fere corporum substantiis fluida, aeris forma haberi, quæ continenter in atmosphæ-

ram delata, perpetuas inibi vicissitudinis subeunt, atque ex gravioribus in leviora transmutantur, *basibus* eorumdem resolutis, quæcumque demum causa sit mirabilis hujus transmutationis, quam chemici ab *affinitate* in Physica generali explicata repetere non dubitant: nos autem arcana naturæ venerantes, effectum *affinitatis* existere non inficiamur; quid tandem ipsa *affinitas* sit, seu causa illam producens, ingenuè ignorare fatemur.

193 Schol. Problema definiendæ altitudinis atmosphæræ terrestris plurimum torsit physicorum ingenia. Difficultatis cardo in eo vertitur, quod nulla certa lege definiri potest densitatis aeris atmosphærici decrementum. Plures enim hypotheses fingi possunt, in quibus iisdem assumptis diversa admodum decrementa atmosphæricæ densitatis eruantur. Aeris densitatem viribus comprimentibus esse proportionalem in superficie telluris, dummodo solitos condensationis terminos compressio non excedat, experimentis satis accurate respondet. Verum in diversis altitudinibus hujusmodi legem non servari, experimentis etiam compertum est. Et quidem si densitas aeris constat ubique foret, è barometro facili negotio, ut in opere de *barometro* et *thermometro* Franciscus Perez ostendit, per regulam auream altitudo atmosphæræ deduceretur. Hallejus raritatem aeris progressionem geometricam sequi, arithmeticæ progressioni respondentem, in qua strata atmosphærica in æquales partes à terra ad altitudinem extremam dividantur, de-

monstrare conatur; ac demonstratum quidem foret, si supremus raritatis gradus, ad quem aer reapse pertingit, cognosceretur. At incerta prorsus est ratio, quam elasticitas, ac densitas in superiore atmosphæræ parte observant: unde conamen Hallei, problema tantum conditionatè resolvit, dato nimirum gradu densitatis. ac elasticitatis aeris uniformiter decrescentis. Quod quum necdum certum sit, incertum prorsus relinquit atmosphæræ altitudinem.

164 Aliam viam tenet Philippus de la Hire à crepusculi principio deducens, ad quam altitudinem atmosphæra pertingat. Etenim observationibus astronomicis compertum habemus, crepusculum desinere, ac incipere quum sol 18 grad. infra horizontem jacet, tuncque ejus radii in atmosphæram incidentes versum terram refringi incipiunt, ex quo primùm lux crepusculi oritur à radiis versus terram refractis. Hac methodo per trigonometriam prius altitudinem atmosphæræ ad 37,223 ulnas marinas seu 17 leucas gallicas porrigi deduxit. Enimvero à crescente versus terram densitate refractio continenter augeri debet; quapropter linea refractionis recta esse non potest; sed continuo flexu à suprema parte ad infimam curvari. Ea de causa curvedinem ad lineam rectam calculo reducendo, extensionem atmosphæræ ad 35,362 ulnas, sive 16 leucas tandem restringit. Quæ quidem computatio à vero prorsus non abluderet, si nonnulla, quæ assumuntur, incerta non forent. Nam 1. initium crepusculi

nullo certo experimento aut calculo definiri potest; quum tenuissima lucis fila satis discerni nequeant ab oculis, donec quemdam gradum densitatis acquirant. 2. Incertum pariter est quandonam densitas aeris atmosphærici in suprema regione eum gradum densitatis acquirit ad refringendos radios lucis necessarium. Fieri siquidem potest, ut per magnum spatium aer in suprema regione protundatur adeò rarefactus ac levis, ut refringendæ luci par minime inveniatur, aut refractio ferè sit insensibilis. 3. Variationes in atmosphæra adeò sunt frequentes, ut ipsius strata aut columnæ multum ab invicem remotæ eumdem gradum densitatis ferè numquam obtineant; quare refrangibilitas valde diversa in spatio 18 grad. per quod radii solares transmeant usque ad horizontem, atque ex illo horizontis puncto ad nos usque adveniunt, inveniatur oportet; quæ omnino incertam faciet deductionem altitudinis atmosphæræ a crepusculis derivatam.

195 Ad pressionem atmosphæræ supra nostrum corpus incumbentis quod attinet, haud difficile est pondus æstimare ex principiis notis, columnæ scilicet aeris cum aqua aut mercurii columna ejusdem basis æquilibrium servantis. Nam si superficies corporis statuatur tamquam basis columnæ aeris superincumbentis, pondus hujusmodi columnæ æqualis erit ponderi cylindri aquæ ejusdem basis; et altitudinis 32 ped. aut mercurii 28 poll. Superficies corporis humani assumpto termino medio inter maximam ac minimam staturam, 14 ped. qua-

dratis æqualis censetur; aliis tamen 15 statuere placet, quod à veritate non longe aberrat. Pes autem cubicus mercurii computante Brissono 949 lib. 12 unc. 2 dragm. 13 gran. pendens ex quo deducitur, prisma (Math. 392) seu columnam mercurii, cujus basis pes quadratus sit, altitudo 28 poll. æqualis, lib. 2,216, ac unciam cum 7 dragm. et 54 gran. pendere; quod pondus si per 15 ped. quod superficiem humani corporis aeris pressioni exhibere possumus, multiplicaveris, 33,241 lib. 13 unc. 4 dragm. 23 gran. pro medio pressione, quam ab atmosphæra sustinemus, exhibebit. Verum hæc pressio constans non est, quoniam altitudines barometr. frequenter variant; ac nonnumquam usque ad 3 poll. augentur, aut minuuntur. Erit itaque augmentum ponderis quod sustinemus, aut decrementum, quo levamur, æquale 3,561 lib. 10 unc. 12 gran. Ingens sanè pondus! quodque immutationem haud exiguam in machinam nostram inducere deberet, nisi à fluidis aeriformibus intra machinam animalem, ac præsertim in cavitatibus contentis: ac libere suam elasticitatem exerentibus, hujusmodi variatione non sustinerentur, sine detrimento machinæ illas subeuntis.

196 Quod autem in machina animali ejusmodi fluidum aeriforme contineatur, ac in ipsum sanguinem se insinuet, sequenti experimento ostensum fuit. In occisi animalis, ita vituli, aut arietis vena jugulari, sanguine adhuc tepente, fiant duæ ligaturæ strictissimæ

ad tres pollices invicem distantes; tractusque venæ à ligamentis comprehensus recidatur, atque intra *recipientem* machinæ pneumaticæ collocetur. Vix aer extrahitur, et rarior fit, vena magis turgescit, ac in volumen plusquam duplo majus distenditur; ab aere nimirum intra sanguinem contento dilatata, ut in vesica probè ore obturato in eadem machina collocata, postquam aer extractus ab antliæ pressionibus fuit, fieri videmus. Quod si cultri acie intra machinam ad id præparati parva incisio in vena turgente fiat, sanguis violenter erumpit ad instar spumæ conformatus, ac bullas aeris manifestans, à quibus mercurius barometri intra *recipiens* inclusi, ad duos aut etiam tres pollices sublevatur.

197 Corol. Haud dubium quin hujusmodi pressio corporibus terrestribus benefica sit, à qua plura derivantur beneficia, quæ facilè quisque percipiet. Nam respiratio, humorum secretio, sanguinis circulatio, nutritio, transpiratio etc. maximè ab atmosphæræ pressione juvantur. Quousque tamen et majorem pressionem sustinere, et ab ea sublevari sine præsenti vitæ periculo possimus, duobus exemplis conjicere possumus. Ac primum quidem urinatorum, qui sub campana vitrea ad 300 ped. eoque amplius mari demerguntur, ac proinde aerem novies densiorem quam in superficie terræ sit, inspirare coguntur, sine vitæ discrimine, dummodo aer subinde renovetur. Alterum eorum, qui ad magnas altitudines tum in globis aerostaticis, quum etiam

ad fastigia excelsorum montium pedestri itinere attolluntur. Breviter hic, quæ Saussure expertus est in peregrinatione ad verticem montis, quem *Montblanc* dicunt, referre sufficiat. In altitudine 1,900 hexap. supra maris superficiem nullam sensibilem alterationem in machina animali nec ipse, nec qui eum comitabantur socii experti sunt; ubi barometrum ad 18 poll. et lin. duas jam descendisse comperiebatur, ac proinde jam tum undecim mille libras eoque amplius pondus atmosphæræ decreverat. Verum dum à 1,900 usque ad 2,450 hexap. per quas à superficie maris sursum versus fastigium montis attollitur, incedebant; continenter se malè affici experti sunt, et quasi cardiaco malo corriperentur, respiratio anhelans, pulsationes continenter fiebant velociores, usque ad 100 per singula minuta, quum antea 72 non excederent; vires deficiebant, atque omnia corporis munia velut ab ægrotante peragebantur. Quod si pondus pressione imminutum ad calculos redigamus, ab altitudine 1,900 ad 2,450 hex. 2,500 libras haud exæquare comperiemus; quum antea plusquam undecim mille lib. imminutum minimè senserint. Sed de iis satis.

CAPUT QUARTUM.

De sono.

Sonus est ille strepitus à corporibus collidentibus in aere excitatus, cujus medio ad

aures, atque ab his ad animam ejus sensatio transmittitur. Quare ad sonum, prout à nobis percipitur, tria hæc concurrere debent: dispositio videlicet in corpore collidente ad fragorem excitandum; medium per quod hujusmodi fragor ad aures defertur; ac sensatio in organo excitata usque ad animum transmissa, ac percepta. Hoc ordine soni affectiones breviter perpendemus.

§. I.

De sono prout á corpore excitatur.

198 Corpora sonora illa dicuntur, quæ non solum aerem removere, ac percutere queunt, quod ferè omnium corporum proprietas est; ut saxum in terram allisum aerem disrumpens et concutiens, rumorem in auribus producit: verum et iteratas, et distinctas, et comparabiles edunt percussiones, quæ ad aures transferantur; ut sunt campanæ, fides instrumentorum musicalium, cetera. Duo igitur in motu corporis sonori requiruntur ad sonum edendum; percussio videlicet aeris, et percussionum iteratio, quæ continuatas in aures sensationes producat, ut sonus comparabilis evadat. Hoc autem fieri nequit nisi corpus semel percussum motum concipiat diù continuandum, ut perspicuum est rem attentè perpendenti; quare quum motus sit translatio corporis de loco ad locum, corpus sonorum semel percussum in hoc motu continuato diù perseverare debet. Porrò nullum

corpus motu solum progressivo delatum sonum permanentem et comparabilem edere potest; quoniam ab aure recedens, aut ad illam accedens, versus eamdem plagam aerem propellit; undè illa subsultatio in organo produci nequit, à qua soni permanentis, et comparabilis, quæ proprietas est corporis sonori, sensatio proficiscitur. Motus igitur corporis sonori vibratorius sit oportet, oscillationes peragens quæ itu ac reditu perficiantur, et quo similes in organo sensorio subsultationes excitentur.

199 Corol. Omne igitur corpus sonorum elasticum esse debet, quoniam elasticitatis characteristica notio est, corporis elastici ad pristinum statum restitutio (Phys. Gen. 11 et 175.) Hujusmodi autem oscillationes in corpore sonoro modò expositæ à percussione excitatæ, nihil aliud sunt, quam conatus se ad pristinum statum restituendi; quippe omnis percussio vera compressio est. Quare partes corporis sonori ob pressionem extra locum suum delatæ, vi comprimenti æquali se restituunt ad locum undè discedunt: quumque ob motum conceptum terminum ilium transiliant, neque ob cohæsionem partium recedere queant, extincto illo motu, ab elasticitate ad alteram partem iterum reducuntur, donec à resistentia aeris ambientis et fricationis inter particulas corporis sonori continui itus et reditus extinguantur. Quod etiam experimentis obviis, fides instrumentorum percutientes quisque inspicere potest: visibiles enim sunt

agitationes nervorum, aut filorum chalybeorum in instrumentis musicis hinc illinc à percussione se se transferentium, ut in motu oscillatorio pendulorum fieri demonstravimus in Phys. Gen. art. 242.

200 Verum et alter motus *subsultorius* in fidibus, campanis, ceterisque sonoris insignis est, præter motum oscillatorium toti corpori communem. Videmus namque etiam oscillationibus ad sensum cessantibus, partes omnium fidium tremore quodam correptas subsultare, contremiscere, ac si proprius aurem admoveamus, mussitare, quando adhuc vehemens perseverat nervi convulsio. Hinc orta inter physicos quæstio, à quonam ex istis duobus motibus, oscillatorio totius corporis sonori, aut *subsultorio* singularum partium sonus perficiatur. Pro motu oscillatorio quidam cum Krafft pugnaverunt, contradicentibus Perrault, Carreo, Hirio, è quorum tentaminibus id solum deduci videtur, sine motu tremulo partium sonum edi non posse. Hoc quidem mihi satis ab ipsis ostensum esse apparet, nullum in fidibus, aliisque sonoris edi posse sonum, si ad oscillationes tantum concitentur; ut dum plectro sebo inuncto chordæ tensæ pulsantur, quæ motum quidem vibratorium concipiunt, sonum tamen non edunt, quia tremula partium *subsultatio* à plectro sebo inuncto non excitatur, ut dum colophonia plectrum delinitur: tum enim colophonia ob particularum asperitatem tremorem in singulas nervi particulas inducit, à quo subsultorio motu sonus

præcipuè generatur. Oscillatorium tamen motum insuper requiri ad naturam soni concipiendam, illud mihi persuadet, sonorum diversitatem à numero vibrationum definiri, ut mox ostendemus, atque inter omnes convenit: quod quidem satis ostendit et vibrationes requiri, et tremorem in partibus adesse debere, ut corpus sonorum suo munere fungatur: quare sit.

201 Propos. I. "Sonus in tremulo partium corporis sonori motu, ipsiusque oscillationibus constituendus simul videtur, ita ut præcipua origo soni ab intestinis vibrationibus partium cum toto corpore oscillantibus desumenda sit." Et quidem vibrationis partiales maximè ad sonum excitandum conducere, ex his quæ modò diximus satis luculenter ostenditur. Quod ad oscillationes, ut ajunt, totales attinet, nemo unquam concipiet sonorum corpus vibrationibus internis agitatum sonum edere, quin simul oscillare hinc illinc intelligat. Deinde omnia quæ afferuntur experimenta contra Kraftii probant quidem corpus oscillare posse, quin sonum edat, minime autem sonum edere, quin oscillet; quare ne quæstiones inutiliter multiplicemus, utrumque ad sonum concurrere fatendum est, ex duobusque motibus simul compositis ipsum generari.

202 Dices: Chorda cymbali si calamo corvino percutiatur, ut sonum edat, ac frustulum panni applicetur, aut quodlibet aliud corpus molle, silebit statim: at si pedetentim admoveatur acies styli ferrei, rursus ad sonum con-

citabitur: quia corpus molle tremorem plurimum hebetat, durantibus tamen vibrationibus undulatoriis, admoto cultro tremor ille excitatur: ergo ab hoc tantum sonus concitatur. R. *conc. ant. neg. cons.* Idem quippe contingeret si motu oscillatorio cessante, tremulus tantum remaneret, corpus nimirum agitaretur, sonum verò ad aures non transmitteret. Et quidem dum oscillationes perceptibiles non sunt, chorda silet, quamvis adhuc oculis motus tremulus percipiatur.

§. II.

De soni propagatione.

203 Proposit. II. "Sonus à corpore sonoro ad aures mediis undulationibus fluidi ipsum ambientis transmittitur." *Dem.* Etiamsi corpus ad motum oscillatorium et tremulum concitetur, in eoque diù perseveret, aures afficere non potest, à quibus remotum est; nullus quippe motus communicari potest, nisi corpus movens movendum quoquo modo contingat ex lege constanti naturæ, quam ubi de *causis occasionalibus* in Metaphis. explicuimus. At corpus sonorum plerumque ab sensu auditus valdè semotum est; quare medio aliquo suam actionem in illud exercere debet, quod et præsens sit, et utrumque corpus contingat. Aer autem interjacens per omnia corpora ita diffusus est, ut is solum vehiculum hujusmodi motu concipi queat: ab eo igitur sonus ad aures defertur.

Mitto innumera experimenta in machina pneumatica capta, è quibus luculenter deductum est, etiamsi ratio id non suaderet; corpore intus in *recipiente* sonante, dum exantlatur aer, sonum minus, ac minus audiri, donec aere, quoad fieri potest extracto, ferè non audiatur. Unum tantum præ omnibus exponere juvat, quippe recens est, et conclusionem extra omnem dubitationis aleam exponit, relatum in *Transact. Anglic.* anni 1790. num. 321. Intra *recipiens* machinæ pneumaticæ collocata fuit campana automaticè sonans, ut in horologiis fieri solet; supra primum recipiens aere non evacuato, aliud magnæ amplitudinis collocatum fuit, atque eadem cautela, qua primum adamussim sigillatum, ac pondere gravi onustum ne aer externus, dum antlia internus secundi recipientis exhauriretur, in ipsum permearet. Deinde aere in primo recipiente relicto, à secundo magna diligentia extractus fuit aer, interea campana inclusa intus sonante. Postquam à secundo recipiente aer, quoad fieri potuit, evacuatus fuit; sonus æris campanæ amplius non percipiebatur; donec paullatim denuo introducto aere, iterum audiri cœptus est.

204 Schol. Soni propagatio per alia fluida etiam obtinetur, experientia docente, urinatores ad magnam profunditatem demersos explosionem tormentorum bellicorum audire. Campana etiam automaticè sonans intra capsulam probè occlusam, intraque mercurium demersa sonos transmittit, si Gravesandio fides habea-

tur. Hic idem auctor testis est, per solida etiam corpora propagari sonum: ait enim, audiri campanam, quæ sonet intra pneumaticæ machinæ vas recipiens aere vacuum, si filum æneum campanæ sonanti appositum extra machinam porrigatur, et filo auris applicetur. Intra machinam quidem nullum est fluidum, cum quo sonans corpus vibrationes communicet; quare indubium omnino est, per filum solidum illas transmitti. Quando autem intus campana sonat nondum evacuato aere, tremores hujus fluidi ad aurem transfundi nequeunt, nisi mediantibus oscillationibus vitri ab aere interno ad tremorem concitati. Ex quo aliisque documentis discimus, sonum per corpora solida transfundi, atque illa concipere oscillationes earum similes quæ per aerem ad sensum auditus transducuntur.

205 Oppones tamen 1. Aqua non est compressionis capax, adeoque sonum transmittere non potest, qui à compressione ortum ducens, à corpore compressionem renuente excitari nequit. R. Etiamsi compressionem aqua non admittat, dum intra vas undique occlusum continetur, ac partes premendo invicem accedere coguntur; quod tamen nuper falsum ostensum est, ut refert Auctor Elem. Phys. ad subalpinos, quæ postquam hoc opus exactum esset, ad manum pervenerunt; quando tamen aquæ particulæ recedendi locum habent, undulationes recipere ac transmittere possunt, ut in vase aqua pleno cujus labrum si digito circumducto comprimatur, tremorem in aqua

excitari videmus. Deinde ab aere intra aquæ poros magna copia latente hujusmodi vibrationes transfundi quoque possunt: unde etiamsi res experimentis non constaret, contra quæ argumenta nullum pondus habent, adhuc medium sufficiens ad transmissionem motus sonori indicari posset.

206 Oppones 2. Difficile conceptu est, à levissimo aere minima ipsi indita velocitate, sonum, maximè mediis solidis corporibus, propagari: ergo alia occulta causa intervenit ipsum transmittens. R. *neg. ant.* Quæcumque enim difficultas ab imaginatione assertæ veritati opponatur, contra experientiam constantem, ac mille modis tentatam prævalere non potest. Sive enim mediante aere intra omnium corporum poros contentum, sive à dispositione elementorum eorumdem hæc facilitas ad impressiones aeris tremulas recipiendas proveniat; illam omnia corpora habere pro diverso elasticitatis gradu certissimum est: quare si perfectè mollia excipias, quæ forsitan in natura nulla inveniuntur, cetera plus minusve tremula sint oportet, ad aeris concussiones accipiendas, ac remittendas conformata.

207 Oppones 3. Soni celeritas ventorum rapiditatem plusquam trigesies superat; at vis est factum ex massa in velocitatem: ergo sonus impressionem in sensum faceret multò majorem, quam vehementissimus ventus; quod experientiæ contrarium est. *Resp. disting. maj.* soni celeritas proveniens à motu progressivo, ut in vento fit, rapiditatem etc. superat, *neg.*

à motu undulatorio, *conc. maj.* Atque hæc magna intercedit inter utrumque motum disparilitas: ventus scilicet de locu ad locum molem aeris non exiguam transfert, sonus non item; sed ab una ad alteram particulam communicatur, ut ferè in globis contiguis fit. Momentanea tamen non est ob exigua interstitia, quæ intra particulas aereas intercedit; ob idque intervallum sufficiens inter compressionem ac restitutionem relinquitur, ut motus instantaneus non evadat.

208 Oppones 4. Plures eodem tempore à corpore sonante, puta lyra, transmittuntur soni: imo musici, qui acutiori auditu pollent, in eadem chorda resonante diversos se percipere sonos testantur: contra leges autem motus est; ab eadem causa movente eadem directione diversos motus excitari, ut fieri deberet si aer à chorda concussus ad tremorem, diversas impressiones sonorum reciperet, quas ad aures transmitteret: ergo sonus per oscillationes aeris non communicatur. R. *dist. maj.* plures transfunduntur soni per easdem aeris particulas, *neg. maj.* per analogas, et aptas ad recipiendas, ac transmittendas sibi respondentes impressiones, *conc. maj.* Hæc sane est Mairani hypothesis, quæ satis huic difficultati facere videtur; nimirum, ut in luce, etiamsi corpus maximè homogeneum videatur, plura tamen continentur heterogenea elementa ipsam componentia, á quibus colorum diversitas modificatur (40) ob diversos *refrangibilitatis* gradus, quibus donantur: ita etiam in aere diversa elementa

contineri, quæ ad dissimiles vibrationes excipiendas apta sint, singulæ singulis elementorum speciebus respondentes, quæ tales ac non alias transmittant. Hinc quemadmodum rubeus color à sui generis particulis depingitur, etiamsi aliorum colorum particulis permixtus sit; haud dissimili modo à chorda graviorem tonum edente particulæ huic respondentes excitantur, aliis acutioribus impressionem minimè recipientibus; nisi simul à corpore sonoro acutiorem sonum edente ad vibrationes sibi analogas concitentur. Ex quo id etiam satis aptè explicatur, cur innumeri soni nulla confusione per aures transeant, diversasque impressiones in organo auditus excitent, quæ distinctè percipiantur. Per exiguum quippè foramen integrum hemisphærium radios coloratos transmittit, qui nulla confusione in oculi retina imagines suis coloribus depingunt; quas animus distinctè percipit, invicemque distinguit. Quidni et sonora corpora septem etiam tonos musicos septem coloribus respondentes in aere præparatos inveniant, qui prout diversimodè concutiuntur, quisque suam analogam vibrationem excipiat, atque ad aures transmittat?

209 Ex his plura, quæ contra Mairani theoriam opponi possent, non incongruè dissolves. Nimirum 1. Hujusmodi heterogeneas particulas in aere existentes gratis confingi. 2. Difficile admodum est concipere particulas ita invicem proximas sibi esse, ut oscillatio queat per alias homogeneas ad longum spatium transmitti. 3. Tot concursiones motuum à pluribus sono-

ris emanantium invicem collidere deberent, ac se mutuò conficere. 4. Etiamsi si in diversis tonis ejusmodi collisio sonum non destrueret; quum è diversis plagis toni unisoni, ac proinde homogenei sibi occurrunt, se destruere, certè confundere oporteret. Hæc, inquam, si quæ in luce ab experimentis comperta habemus ritè perpendantur, majorem difficultatem non habent, quam quæ contra lucis phænomena opponi possunt. Unum tantum est discrimen, videlicet quod in luce et à natura in iride, et ab arte in prismate disjunctio à diversis refrangibilitatis gradibus mechanicè ostenditur; quæ tamen in aere nullo instrumento obtineri potuit, certè hactenus tentatum non fuit. Enimverò si septem chordas tonos ejusdem octavæ exactissimè referentes, veluti prisma septem radios coloratos separans concipiamus; quin ab eadem chorda tonus alius ex septem unquam edatur, ut radius quilibet non alium repræsentat colorem, nisi suum: non incongruè ex analogia deducemus, colores et sonos in omnibus convenire, ac sibi invicem amicam manum præstare; ut quæ difficultates in luce ac coloribus occurrunt, à sono explicentur, et vicissim ab his, quæ in luce perspicua sunt, sonorum tenebræ illustrentur. Ceterum omissa etiam Mairani hypothesi responderi potest, eamdem particulam aeris aut lucis à circumstantibus aliis particulis in diversis punctis premi posse: quam diversam pressionem in circumstantes alias particulas diametraliter oppositas transmittat, a quibus in alias et alias dein-

ceps propagetur. Hinc sine ulla confusione et lux et sonus eodem tempore diversis directionibus propagantur; quæ et sonorum et colorum diversitatem efficiant.

§. III.

De soni velocitate, ac intensitate.

210 Ex lucis propagatione facili negotio celeritas soni deduceretur, si tentamina etiamnum facta perfectè concordarent in assignanda quantitate spatii à sono percursi, postquam fulgor corporis accensi crepitum edentis, puta tormenti bellici, conspicitur, usque ad tempus quo fragor sentitur. Nam quum distantia duorum triumve milliarium ferè nulla sit, si ad distantiam solis aut siderum à tellure comparetur, quam 8 ferè minutis lux transcendit, ejus propagatio per spatium paucorum milliarium instantanea censenda est. Quam ob rem fulgore tormenti conspecto, quot secunda minuta sonus tardaverit, ut ad aures perveniat, cum spatio inter corpus sonorum, et observatorem conferendo, ejus celeritatem indicabunt. Verum experimenta hactenus capta invicem dissident; ita ut ejusmodi quantitas spatii cum tempore impenso adamussim non respondeat. Academici Florentini rem tentantes, pedes 1185 à sono percurri statuerunt minuti secundi tempore. Cassinus, Hugenius, Picardus 1172, Flamstedius, et Hallejus Newtono annuente 1142 ped. anglicos, qui 1070 parisiensibus res-

pondent. Demum ex observationibus, quæ accuratiores videntur, Thurii, Maraldi, et Caillei, qui linea 14636 hex. assumpta, sive pedes 87816 in cujus medio observatorium statuerunt, sequentia deducuntur. 1. Velocitas soni aere minimè agitato minuto secundo 173 hex. æqualis est, sive ped. 1038 sonus percurrit. 2. Eadem celeritate soni vehementiores ac debiliores transmittuntur. 3. Tempestates humidæ aut siccæ soni velocitatem minimè variant. 4. Interdiu noctuque velocitates æquè procedunt. 5. Idem contingit sive in magno, sive in angustiore spatio velocitates examinentur; nam æquis passibus in hoc atque in illo progrediuntur. 6. Eodem tempore corpus sonorum auditur ad easdem distantias à centro ipsius computatas, etiam contrarias plagas respicientes. 7. Velocitas soni augetur, aut retardatur juxta ventorum directionem cum sono conspirantium, aut in ipsum incurrentium: unde nota celeritate soni 173 hex. æquali, celeritas venti etiam innotescit, et versa vice alteram ab altera detrahendo. 8. Sonus per lineam rectam communicatur, quin a terreni inæqualitate ejus propagatio impediatur. 9. Mutationes atmosphæræ a barometro indicatæ soni propagationem haud alterant; quum diversas altitudines barometro ostendente, experimenta capta fuerint, nullumque sensibile discrimen repertum sit.

211 Ceterum etiamsi Derrhamus cum observatoribus gallis conveniat in eo, quod sonus à ventorum tantum contrarietate, aut fa-

vore varietur; Blanconus è Bononiensi colle S. Pauli plus quam 13 mil. ab arce urbana dissito, velociorem fuisse sonum æstate quam hieme duobus secundis notavit. Quidquid sit de hisce observationibus, quæ minus accuratæ, quam illæ Caillei censeri possunt, atque à ventorum directione provenire potuerunt; illud mihi difficile suadebitur, variata aeris constitutione à majore vel minore elasticitate, ac densitate soni velocitatem nihil immutari. Potuit enim accidere, ut eo tempore quo experimenta capta fuerunt, mutationes non admodum magnæ occurrissent, aut à ventorum directione eliderentur, aut demum exiguas admodum fuisse, quæ observatorum diligentiam effugerint; ad majorem tamen distantiam notabilem varietatem induxissent. Sanè intensitas soni ab ejusmodi varietatibus sensibiliter immutatur, quod est alterum præsentis articuli argumentum.

212 Proposit. III. "Soni intensitas in medio densiore augetur, in rariore minuitur." Et quidem ab experimentis in aere rarefacto, aut nimium condensato captis perspicue deducitur, sonum in primo remitti, in altero augeri. Collocata enim campana automatice sonante in machina pneumatica, sonus aere exhausto languescit, condensato vehementior evadit. Hauxbejus quidem varias aeris densitates notando ope barometri in recipiente pneumatico inclusi invenit, duplicata aeris densitate sonitum campanulæ ad duplam distantiam audiri; triplа condensatione facta ad triplum spatium

sonus porrigebatur, et sic deinceps. Contrarium verò rarefactione aucta evenire, ac proportione eadem sonum decrescere, inversa operatione comprobavit. Hoc etiam expertus est Brissonus, machinulam campanula sonante instructam *in gas acidum carbonicum* immergendo, quod densius aere atmosphærico esse supra monuimus; cujus sonum valdè auctum sensit, atque ad majus spatium extendi comperuit; quod etiam naturæ soni vehementioris conforme esse, res ipsa monet.

213 Prop. IV. "Intensitas soni in corpore sonante considerata, augetur in ratione composita ex numero particularum oscillantium, et velocitatis, qua in circumstans fluidum ipsarum vibrationes transferuntur." Prob. Corpus eo impensius sonabit, quo ejus motus quantitas major fuerit; at motus quantitas à velocitate in massam ducta æstimatur: ergo quo plures fuerint partes, et major earum celeritas, intensior erit sonus: adeoque soni magnitudo rationem habet compositam numeri particularum corpus sonorum componentium, et impetus seu celeritatis, qua hæ particulæ circumstans fluidum ad oscillationes impellant. Hac de causa corpora majora vehementiore sonitu quatiunt aures, quam minora: et quæ magis elastica sunt, præ minus elasticis, si cetera sint paria; quoniam ab elasticitate intensiore particulæ celeritatem concipiunt majorem: quæ pariter à fortiore percussionis impetu etiam augetur. Quare ab his omnibus simul magnitudo soni pensanda venit: in velocitate tamen

quum elasticitatem, tum etiam vim percussionis comprehendimus, ab his enim simul aut seorsim agentibus vim oscillationum provenire perspicuum est.

214 Proposit. V. "Soni intensitas à corpore sonoro tamquam centro computata decrescit in ratione inversa duplicata distantiarum." Dem. Ab experimento Hausbei modò relato densitate dupla facta, ad duplam distantiam porrigebatur sonus; adeòque in subdupla distantia idem sonus quadruplo intensior esse debet; nam sphæræ superficies sunt in ratione duplicata radiorum (Math. 423); quare corpore sonante veluti centro sphæræ sonoræ considerato, superficies sphæræ subdupla erit ad duplam in ratione subduplicata sui radii, atque adeò quadruplo minor altera: ergo erit quadruplo intensior sonus, sive ut 4: 1. Nam si concipiatur sphæræ cujuscumque corporis sonori diameter sive radius in æquales partes divisus 1, 2, 3 etc. spatium à superficie 2 comprehensum erit ad 1, ut 4:1, quæ est ratio duplicata 2:1, quare sonus in spatio 1 intensitatem quater majorem habere debet, quam in spatio 2; quoniam diffusionem quater majorem, quam in spatio 1 comprehensus, subire debet. Hoc ipsum in luce jam ostendimus, atque in quolibet corpore in spatium sphæricum se diffundente fieri debere, ob eamdem rationem manifestum fit. Præterquam quod massa aeris intra recipiens machinæ contenta, considerari potest tamquam unum corpus sonorum cum campanula sonante; quoniam ab utroque simul vibrationes sonoræ excitantur in pari-

te vasis, à quo in externum aerem transmissæ, usque ad aurem perveniunt, in eaque sensationem producunt. Enimverò aucta in duplum densitate aeris in recipiente, in duplum etiam augetur massa corporis sonori: quare et sonus duplo intensior fieri debet. Hinc intensitas soni quadruplo major efficitur: ex quo in distantia ut 1 à recipiente intensitas soni quater major effici debet, quam erat priusquam aer in duplum comprimeretur. Quamobrem si æquetur 1 intensitas soni in distantia ut 1, antequam duplicetur densitas aeris, erit æqualis 4 in eadem distantia post aeris duplam densitatem: at densitate aucta ab experientia habemus in distantia æquali 2 intensitatem æquari 1: intensitas igitur soni minuitur in ea proportione, qua crescunt distantiarum quadrata.

215 Proposit. VI. "Si medium, per quod sonus transmittitur, attendamus; soni magnitudo sequitur rationem compositam densitatis, ac elasticitatis fluidi, per quod sonus communicatur, si cetera paria fuerint." Nam quo densius est fluidum, eo majorem numerum particularum ictibus corporis vibrantis exhibet, quæ oscillationes transmittant; et ab elasticitate intensiore vibrationes magis distenduntur, adeòque particulæ fluidi vehementius oscillant, auresque percutiunt: enimvero ab hac fortiore organi percussione magnitudo sonitus provenit: ergo intensitas soni in medio transmittente considerata et à densitate, et ab elasticitate repetenda venit.

216 Corol. Ex his principiis deducitur ra-

tio cur in medio densiore sonitus magis audiatur, quam in rariore: quoniam à densitate et numerus particularum circum corpus sonorum augetur, et elasticitas earumdem intenditur (151). Hinc major erit soni intensio in regionibus borealibus, quam ad æquatorem jacentibus, ob densitatem majorem atmosphæræ tum à frigore, quum etiam à gravitate majori condensatæ (Phys. Gen. 251); hieme item quam æstate, noctu quam interdiu, ubi cetera paria fuerint.

§. IV.

De tonis, seu sono gravi, et acuto.

217 Intensitas, sive magnitudo soni a... omninò est ab ejus *acuta* aut *gravi* resonantia: idem quippe corpus sonorum intendere, aut r... mittere sonitum potest; plus minusve gravem sonum edere non potest. Intensitas enim, ... magnitudo ejusdem pendet à vi, qua oscillationes peragit; acutum verò aut grave sonare, à majore oscillationum numero prove... quæ sive longiores sive breviores fiant, ... dem tempore semper absolvuntur (Phys. Gen. 247). Si campanam aut chordam ter... blandius aut fortius pulsaveris, remissiorem aut intensiorem sonitum edes; numquam tamen acutiorem, aut graviorem efficies sonum. Hinc diversitas inter *sonum* et *tonum* induc... ut utraque affectio rite distinguatur. *Toni* quippe ab invicem distinctio ab acuto et gravi producuntur, *sonorum* non item, nisi quum pr...

miscuè in vulgari acceptione sumuntur.

218 Prop. VII. "Tonus gravis, et acutus differunt à majore vel minore vibrationum numero, quem eodem tempore corpora sonora conficiunt. Gravis quidem erit, qui respectu habito ad alterum, à minore vibrationum numero concitatur: acutus qui eodem tempore à corpore crebrius oscillante producitur." Prob. Constanti experimento habemus, chordas subtiliores acutum sonum reddere, crassiores gravem, si eodem tensionis gradu distendantur: at oculis etiam distinguimus frequentiores in primo quam in secundo esse vibrationes: ergo ex hoc fonte acuti et gravis differentia promanat. Ceterum grave et acutum perinde dicuntur, ac ponderosum et leve, quæ nomina relativa sunt, prout invicem conferuntur, nam idem tonus, qui gravis est respectu alterius acutioris, idem ipse acutus dicetur, si cum graviore conferatur.

219 Corol. Ex vibrationum igitur differentia toni inter se comparantur, ac definiuntur. Re tamen compertum est, quando vibrationes duplicantur, eumdem tonum corpus sonorum referre, qui ab altero tantum differt in profundiore organi vellicatione; perinde ac si duo aut plura corpora in duobus aut pluribus circulis concentricis parallelè per respectivas circumferentias deferantur; ex quibus centro vicinius lentè: quod tantumdem à centro removeatur velocius incedit, et sic deinceps: omnia tamen sub eodem radio deferuntur, atque in linea eadem continentur, ita ut à centro con-

specta quasi unum corpus latè distentum formare videantur. Leges tamen, quibus numero diversæ vibrationes comparantur, sunt sequentes.

220 1. Duæ chordæ aut duo corpora resonantia eodem tempore, ac æqualem numerum vibrationum conficientia, sunt unisona, sive omnino similes reddunt sonos, qui in unum coalescere videntur. 2. Fides duæ, quarum una duplum alterius vibrationum numerum eodem tempore conficit, tonos efficiunt, quorum alter est alterius *octava*; ex quibus illa erit superior, sive acutior, quæ vibrationes crebriores confecerit. 3. Si ex duabus fidibus altera tres vibrationes absolvit, dum altera duas tantum conficiat, *quintam*; quæ quatuor dum altera tres, *quartam*, quæ quinque dum altera quatuor, *tertiam minorem* component. Toni qui aliquo nomine insigniti fuerunt, sequenti schemate comprehenduntur, in quo et vibrationes respectivæ invicem comparatæ exhibentur.

1 ad 1 Unisonum.	4 ad 3 Quarta, sive *diatesaron*.
2 ad 1 Octava, sive *diapason*.	5 ad 4 Tertia major, aut *ditonus*.
3 ad 2 Quinta, aut *diapente*.	6 ad 5 Tertia minor, sive *sesquiditonus*.
5 ad 3 Sexta major.	9 ad 5 Septima minor.
8 ad 5 Sexta minor.	15 ad 8 Septima major.

221 Corol. Quum motus celeritas intendi ac remitti in infinitum queat, vibrationes etiam

corporis sonori celeriores aut tardiores indefinitè fieri possunt; ita ut toni modò descripti proportionem eadem manente, distendi aut breviari queant. Verum aures, experientia docente, ad certum usque terminum oscillationum numerum distinguunt, quo aucto aut imminuto, amplius non discernuntur. Eulerus terminos, intra quos à nobis percipiuntur soni, à 30 ad 7520 vibrationes minuto secundo confectas comprehendit, et hoc quidem in *tentamine novæ theoriæ musicæ*; at in *litteris philosoph.* tom. 1 litt. 4, hos terminos intra 20 et 4000 vibrationes restringit; adeò ut tonus, qui minus 20 conficiat, aut plusquam 4000, ab aure non discernatur; primus quidem ob nimiam remissionem, alter verò ob summam celeritatem, à qua nimium acutus evaderet. Quod etiam in singulis individuis maximè variare ab organi auditus diversa conformatione ex eo deduci potest, quod in angulis opticis, sub quibus objecta conspiciuntur, ab oculi conformatione maxima diversitas notetur; ita ut myopes objecta remota, quæ ab oculo benè conformato ritè discernuntur, prorsus non conspiciant; atque à presbytis minuscula corpora, quæ à myopibus clare ac distinctè videntur, non percipiantur. Ceterum Sauverus intra latiores terminos sphæram tonorum concludit; videlicet graviorem vibrationes 12 ½; acutiorem 6400 conficere debere, ut ab aure percipi queat.

222 Vibrationum numerus seu tonorum diversitas, è triplici capite derivatur; *longitudine* nimirum, *tenuitate* ac *tensione* chordarum: ex

quo sequentes regulas observari, constanti experientia compertum est. 1. Si fides duæ crassitiem et tensionem habeant æqualem, longitudine tamen differant, numerus vibrationum eodem tempore confectarum erit in ratione inversa longitudinum. Quare si altera alterius dupla sit, brevior duplum vibrationum numerum conficiet, ac superiorem octavam exhibebit. Si altera tres, duos altera pedes longa sit, hæc tres oscillationes, dum longior, duas absolvet; ac proinde in quinta erunt. Quod pariter ad alias longitudines proportione supra enunciata convenientes, extendendum est. 2. Si *longitudine* ac *tenuitate* conveniant, *tensione* tamen differant; numeri vibrationum erunt, ut *radices quadratæ potentiarum tendentium*. Positis igitur tensionibus seu potentiis ut 1 : 4, erunt in octava; ut 4 : 9 in quinta etc. quia radices sunt 1 : 2; 2 : 3 etc. quare in primo casu oscillationes erunt duplæ sive in proportione *octavæ*, in altero *quintæ* etc. 3. Quod si ceteris paribus chordarum diametri, seu *crassitudo* earumdem fuerit diversa, vibrationes erunt in ratione inversa diametrorum, ita ut quando altera alterius duplo crassa sit, duplum vibrationum numerum tenuior conficiat, atque adeò in octava sint: quod pariter dicendum de ceteris proportionibus supra memoratis.

223 Corol. Ex his tribus capitibus variari possunt multimodis rationes tonorum in chordis, atque adeò instrumenta invicem attemperari; quod frequenter evenire solet in choris musicorum, ubi plerumque hæc tria dissident in in-

strumentis tam pneumaticis, quam fidibus instructis. Quare chorda ab altera dissidens crassitie ac longitudine, illi attemperabitur, si in proportione ipsi respondente tendatur; atque adeò ad unisonum, in octava, quinta, ceteris, componi possunt.

224 Schol. 1. Omnia quæ in fidibus hactenus de sonis ac tonis posuimus, ad instrumenta pneumatica nullo negotio transferuntur, dummodo sequentia probè notentur. 1. Columna aeris intra tubum contenta ab inflatu oscillationes concipit, eo quod vis impellens aerem condensare nitatur. 2. Oscillationes hujusmodi eo esse frequentiores, quo columnæ longitudo decrescit, ut in fidibus evenire modo docuimus. 3. Longitudo columnæ augetur prout magis ab orificio, ubi inflatio incipit, foramen remotum sit; minuitur quo ipsi propinquius situm fuerit. Hinc ut diversitas tonorum obtineatur, digitis ad foramina applicatis longitudo major aut minor columnæ determinatur, quæ tonos efficit ad concentum necessarios. Hoc ipsum in quavis chorda evenire perspicuum est, quum in collo instrumenti digitis premitur, ut ad minorem longitudinem adducatur, quo facto crebriores oscillationes evadunt. Quod si à fidibus nerveis aut metallicis obtineri posset, ut in tota longitudine una eademque chorda digitis ad minores aut majores distantias compressa omnes simul tonos redderet, quos abbreviationes diversæ inducere possunt; instrumenta pneumatica et fidibus instructa in omnibus adamussim convenirent, atque ab una

tantum chorda, quod in pneumaticis peculiare est, plures simul toni, sive integra modulatio perficeretur. Si autem tubi pneumatici foraminibus non distinguantur, ut tubæ sunt, inflatus ipse plus minusve incitatus oscillationes crebriores aut tardiores efficit, ex quo diversitas tonorum ab ipsis obtinetur. Quod tamen per omnes tonos aut semitonos ita adamussim inflatione exigere, adeò difficile est, ut hujusmodi tubis concentus ferè nullus educatur.

225 Schol. 2. Ad pneumatica instrumenta reduci possunt tubæ stentoreæ, quæ ad vocem longissimè producendam inventæ sunt. Optima hujusmodi tubarum figura est illa, quæ *parabolam solidam* referat (Math. 490); sive forma simili illius sit, quæ ex *parabolæ* circa axem conversione integra generaretur. In hujus parabolæ foco constituitur foramen, cui os admovetur, ut radii sonori indè exeuntes paralleli egrediantur, postquam in parietes reflexi per os emittuntur, angulo incidentiæ angulum reflexionis æqualem faciendo (Math. 502), quæ in parabolæ proprietatibus est. Solet etiam huic tubo parabolico alter ellipticus adnecti, cujus alter focus (Math. 506) cum foco parabolico coincidat, ut in altero os loquentis collocetur. Ex natura autem ellipseos notum est, radios ab altero ex focis in peripheriam incidentes ad alterum remitti (Math. 524) ob angulum incidentiæ angulo reflexionis parem: quare ore ad loquendum in superiore foco applicato, radii sonori in parietes tubi elliptici incurrentes ad alterum focum, qui cum para-

bolico congruit, remittentur: et quoniam cum parabolico congruit, iterum ex ipso ad parietes tubi parabolici radii sonori obliquè venientes in ipsos dirigentur, ac paralleli exibunt; ex quo magnum vocis incrementum oritur, undas aeris versus unam plagam tantum dirigendo.

§. V.

De soni reflexione.

226 Modò ex aeris in parietes instrumenti *acustici* reflexione incrementum vocis seu soni deduximus. Aer enim corpus elasticum est, ac summè mobile; quare legibus motus reflexi se conformare debet, quibus reliqua mobilia subjiciuntur. Constanter autem ab omnibus corporibus in obicem incurrentibus angulum incidentiæ æqualem angulo reflexionis fieri, ubi de motus reflexi legibus disseruimus, ostensum manet: quare aerem quoque hanc legem observare indubium est, ac proinde in quodcumque obstaculum incidat reflexionis capax ab eo reflectetur angulis prædictis in toto suo cursu designatis.

227 Corol. Ex hac simplici lege phænomenon resultantis vocis, quod *echo* appellari consuevit, explicatur; "quæ nec reticere loquenti; nec prior ipsa loqui didicit resonabilis echo; usum garrula non alium, quam.... reddere de multis, ut verba novissima posset," uti more suo jocatur Ovidius. Et quidem vix exponi in

physica tractatione hoc phænomenon mereretur, nisi ob latentem loci punctum ubi reflexio fit, conceptu difficilis fieret ejus ad motum reflexum applicatio. Certum quippe est, vocem plerumque in obstacula incurrere à quibus minimè reflectitur. Unde igitur hæc *jocosa vocis imago* aliquando expromitur, sæpissimè occultatur, quum passim aeri ab ore impulso offendicula à quibus reflectatur, occurrant? Sequenti assertione id explanabitur.

228 Prop. "Echo tum à voce resultat, quum aeris unde ab ore propulsæ ita ab obstaculis regeruntur; ut præter directionem rectam, per quam oscillationes directæ ab ore loquentis ad auditoris organum deferuntur, et quibus auditio principalis efficitur; aliam in super radii sonori obtinent directionem obliquam, per quam, longiore via ad audientem denuo perveniant." Esto corpus sonorum in A (fig. 32), quod directione AB radios sonoros contra obstaculum FC tum emittat, quum auditor in D existens ejus vocem directione AD percipit. Notum quippe est sonora quælibet esse centrum sphæræ per quam circum circa diffunduntur radii sonum deferentes, atque adeo tum directione AB, quum etiam AD vox circumfundi debet. Quare auditor in D collocatus prius sonum directione AD propagatum percipiet; quum linea recta sit omnium brevissima: deinde sonum directione BD reflexum accipiet, à quo nova sensatio ejusdem generabitur.

229 Corol. 1. Quando sonus directus AD, ac reeodem ferè tempore ad aures defertur,

flexus BD, echo non percipitur; quoniam altera pulsatio primam consequitur, atque ad modum unius impressionis organum convellunt. Hinc ut hujusmodi vocis instauratio locum habeat, distantia quædam intercedat necesse est inter primum ac sequentem pulsum denuo advenientem, quæ animo veluti duas sensationes repræsentet, quæ cum simillimæ sint, sive eadem repetita, eam animus tantum ab intervallorum disjunctione distinguere potest. Sæpius tamen reflexa vox adeo velociter ad aures defertur, ut primæ syllabæ appellant, dum directa nondum sensationem perfectè excitavit. Hinc est, quod ultimæ tantum syllabæ in echo frequentius percipiuntur, primis, quasi non reflecterentur, inauditis. Idem in pluribus vocibus evenire res ipsa docet, ac rarò invenies echo adeo perfectam, ut omnes voces, quæ proferuntur, exactè reddat. Para se audivisse testatur quamdam echo, versum primum Æneidos integrè ac distinctè repetentem.

230 Corol. 2. Quod si reflexiones multiplicentur ejusdem vocis, ea lege quam modò exposuimus in una tantum reflexione; planum est, echo toties multiplicari oportere, quod fuerint plana reflectentia; ex quo eadem vox per intervalla diversa ad aures delata, plures continenter sui sensationes in anima excitabit, quam ipsa multiplicatam existimabit ab affectionum varietate. In sepulcro Metellæ, uxoris Crassi, echo fuisse quinquies vocem iterantem, fama est. Septemdecim vicibus in notis ad *Theb.ii.d. Statii* repetentem se audivisse testatur Barthius.

Propè Mediolanum in villa Simonetta eadem vox 24, interdum etiam 30.es redditur. Quod si plana reflectentia ita artificiosè disponerentur, ut reflexiones non solum per intervalla diversa, verum etiam in proportione, quam soni graves et acuti affectant; ab uno instrumento pulsato integer concentus musicus formaretur, perinde ac si è pluribus instrumentis modulatio componatur. Ex hac multiplicatione ejusdem vocis à diversis planis reflectentibus edita, repetendus videtur continuatus ille tonitrui fragor, qui nonnumquam per plura secunda durare solet, quasi currus à tractu per nubes resonaret. Fragor nimirum primò editus, in nubes diversis inclinationibus jacentes incurrens, continenter reflectitur ad aures, quasi momento quolibet denuò generaretur.

231 Schol. Quænam distantia requiratur ab obstaculo ad aures computata, ut echo audiatur nondum definitum est. Mersenus 69 ped. Mortonus 90, Sturmius 10 ped. distantiam, ut echo monosyllaba audiatur requirunt: quod postremus ex auctoribus citatis pluribus institutis experimentis indagasse se affirmat. Quod si disyllaba vox fuerit, ducentos exiget, et sic deinceps pro qualibet ex syllabis centum pedes computando. Observatum tamen est, noctu magis quam interdiù repetitiones audiri, ac etiam multiplicari; quod ab animi majore attentione, à quiete aeris, ac strepitus cessatione provenire videtur.

§. VI.

De organo vocis.

222 Excitando sono præcipuum instrumentum est humanæ vocis organum; cujus mira configuratione tot varietates sive modificationes in aere excitantur, adeo inter se differentes, ut quod de vultu humano dictum est, duos homines gestu perfectè similes non reperiri, de vocis etiam conformatione si attentè rem consideremus, non immeritò dici queat, homines in loquela, æquè atque in facie discriminari. Ceterum externæ partes organi vocis omnibus notæ sunt, labia nimirum, dentes, lingua, palatum, guttur, ex quorum conformatione plurimum vocem humanam pendere, à varietate ipsa, quæ harum partium positione diversa obtinetur, perspicuum fit. Quare ad ea, quæ interius jacent exponenda venientes, *trachea* seu *aspera arteria* est canalis, qui è faucibus per interiora colli ad pectus descendit, ac pulmonibus adnectitur, ut aer introductus per ramices diffundatur, atque cum sanguine circulante ad contactum veniat. Hujus canalis extrema parsque *larinx* vocatur, et fauces excipit, quinque cartilaginibus constat, quæ muniuntur in parte superiore duobus ligamentis transversis, totidemque in parte inferiore: superiora quidem sono acuto, inferiora gravi inficiendo destinata sunt: et hæc ligamenta sunt quæ chordas vocales appellavit Ferreinus, à quorum con-

tractione ac diductione vocis modificationes o-riuntur. Ab horum complicatione atque in parvum foramen ellipticum conformatione *glottis* formatur, quæ operculo instructa est, *epiglottis* dicto, ut dum potus ac cibus in æsophagum transeunt, *glottidem* operiat, ne in ipsam cibi introducantur. Dum pectus ope musculorum distenditur, aer transit per glottidem, quæ numquam epiglottide intercluditur, nisi dum esculantis ac poculentis transitus in ipsam inhiberi debet, atque adeo tamquam per folles distentum prædictus aer in pulmonem descendit, qui à pectoris alterna contractione eadem via iterum expellitur. Aeris introductio *inspiratio*; restitutio autem *exspiratio* dicitur: duobus hisce motibus respiratio concluditur, quæ alterna inspiratione coalescit.

233 Ab philosophis antiquis, quorum opinionem magno ingenii conanime illustrare tentavit Dodartus, organum vocis inter instrumenta pneumatica accensebatur. Et quidem tum tracheæ conformatio, tum aeris per inspirationem introductio, per exspirationem restitutio, quemadmodum per folles, ut in organis pneumaticis fieri videmus, nullum ferè dubium relinquebant, quin ad instrumenta pneumatica organum vocis esset accensendum. Postea tamen maturius examinata à Ferreino Dodarti sententia validissimis argumentis explosa fuit, ac vocis conformationem instrumenti fidibus instructi similiorem esse, demonstratum est. Re quidem attentius considerata, Dodarti sententia tot offendebat difficultates, ut tonorum

varietates à glottidis contractione, atque ejusdem diductione explicaret, velut in sibilo fieri solet; quemadmodum apud Chambersium, qui Dodarti partes sequitur, videre licet: ut nonnisi quia melius non occurrebat, hujusmodi sententia sustineri tamdiù potuerit.

234 Ferreinus, ut suam demonstraret, experimentis magis quam rationibus rem conficere tentavit. A morte animalis continuò tracheam cum laringe extrahebat: deinde extremitates fibrillarum è glottide descendentium apprehendens, ut contrahi ac distrahi pro re nata possent, ubi sonus gravis aut acutus eliciendus foret; ore aut folliculo aerem in tracheam immittebat, eo successu, ut animalis, cujus erat organum, voces perfectè referret, omnesque modificationes reciperet. Hinc canis latratus, tauri mugitus, ovis belatus, cetera hoc artificio obtinentur, quæ et graviora et acutiora ad placitum fieri possunt, chordis vocalibus distentis aut relaxatis, prout ad tonos eliciendos opus fuerit. Ad humanam vocem hujusmodi theoriam adducendo, dum è pulmonibus aer exspiratur, si sonus acutus reddendus est, larinx a musculis sublevatur; ex quo cartilagines illæ, ex quibus conformatur, *chordas vocales* ipsis adhærentes distendunt, ac proinde, ut in chordis instrumentorum fit (222), crebriores oscillationes reddunt; ex quorum majore numero, aeri exspirato motum similem communicando, sonus acutior elicitur. Contra autem si toni graviores desiderantur, relaxatis, prout opus est, musculis, à tensione mi-

nore *chordæ vocales* vibrationes concipiunt tardiores; quod satis est, ut tonus gravior evadat (218).

235 Corol. Ex tradita expositione spontè descendit, organum vocis ex utroque instrumentorum genere participare. A pneumaticis quidem id, quod omnibus notum est, habet aeris scilicet per tracheam veluti per tubum impulsionem: in tonorum diversitate à *chordarum vocalium* majore vel minore tensione derivante, cum instrumentis lyricis convenire, modo ostendimus. Quare vocis organum duplici artificio coalescens, mirificè ostendit sapientiam Creatoris, illud ita concinnantis, ut simul possit præstare, quod nullo artefacto instrumento obtineri potest.

236 Schol. Vocem hactenus sensu latiore accepimus, prout modificationem quamlibet aeris in trachea factam indigitat; quo sensu et homini, et animantibus organo ad id accomodato instructis convenire nemo non videt. Quare vox à verbo seu loquela ritè secernenda est. Verbum quippe est quædam modificatio vocis ope gutturis, linguæ, palati, dentium, labiorum denique conformatione peracta, qua diversos animi sensus exprimimus, aliisque manifestamus. Divinæ munificentiæ donum præstantissimum hoc est, cui numquam pares pro tanto beneficio referre gratias possumus, quo animi sensa quodammodò corporea facimus, ut ab aliis percipi queant. Ceterum diversa loquendi forma, qua fit ut vox dulcis, gravis, sonora, acuta, stridens, harmoniosa, displi-

cens nobis loquentibus exeat, à tracheæ præsertim conformatione provenit: nonnihil tamen conferre ceteras oris partes, à dentium aut nasi defectu in his, qui hujusmodi membris carent, vocis immutatione, perspicuum fit.

237 Corol. Si quæ de loquela modo diximus, cum superioribus conferamus, haud difficulter diversitas penè infinita, quæ in humano genere à vocis conformatione oritur, explicabitur. In pueris ac fœminis, præsertim si cum viris conferantur, disparitas magna animadvertitur. Undenam insignis hæc oritur discrepantia? Ab organi conformatione diversa manifestum est provenire. Nam mulieres fermè ut pueri minore glottide præ viris instructæ sunt; chordas etiam *vocales* subtiliores habent: quare à minore chordarum diametro ac longitudine intensitas toni augeatur necesse est (222). Idem in viris, si ad invicem conferantur, accidere, vel ab externa configuratione membrorum in immensum penè variante, res est manifesta: unde nihil mirandum tantam in tono vocis reperiri varietatem inter homines, quum organa à quibus voces modificantur, in immensum variata observemus. Nam ut supra dictum est, præter *laringem*, guttur etiam, palatum, lingua, dentes, labia, genæ, nares ad verba formanda concurrunt, ex quorum diversa conformatione notabilis in vocis modificatione varietas sequatur, oportet. Ex gestu, membrorumque prædictorum motu externo artem mutos loquelam edocendi invenit Ponceus, aliique hispani, eruditissimo Joanne Andresio teste (*Hist.*

litt. tom. 1. *c. ult.)*, quam ab eis fortasse instauravit, sæculo superiore Conradus Amman, medicus batavus, atque hac nostra tempestate plures hujusmodi scholæ institutæ sunt, ut surdi, quibus ob auditus defectum verba non suppetunt, ab prædictorum membrorum conformatione oculis exhibita, verba formare condiscant, quod felici successu tentatum sæpius audivimus, numquam vidimus; fieri tamen posse non dubitamus.

§. VII.

De organo auditus.

238 Ut ea, quæ tertio loco explicanda remanent, quo nimirum modo sonus in organo excitetur, auris descriptio hic est breviter præmittenda; cujus mira conformatio tot diversas impressiones in animam transmittit, quibus sonorum omnium species distinctè percipiantur. Externa auris pars omnium oculis subjecta dicitur *auricula*, cujus pars interior *concha* dicta, in hanc figuram conformata est ut aerem à sonoro corpore ad oscillationes excitatum, in canalem interiorem, qui *ductus acusticus* vocatur, copiosius collectum transmittat; quare ii, quibus auricula resecta est, minus commodè audiunt, ac manu ad foramen applicata in modum auriculæ, aerem venientem colligunt, ut eum ad aures appellentem ad *ductum acusticum* dirigant. Tubus acusticus in *tympanum* desinit, quod oblique ab eo aerem excipit, ne

sono nimis vehemente rumpatur. Est autem tympanum membrana arida ac diaphana, ad partes ductus acustici cava, ex parte auris interiore convexa. Tympani *cavitas* post tympanum sita est, nullamque cum tubo acustico communicationem habet, est tamen aere plena, ac ori communicat per ductum, qui *tuba Eustachiana* nuncupatur. Tympani cavitatem quatuor ossicula, nempè *malleolus*, *incus*, *os orbiculare et stapes* miro divinæ sapientiæ artificio disposita, musculis suis tendunt, relaxant, atque inde planiorem aut convexiorem reddunt, prout cuique sono reddendo disponi usus est. In interiore auris parte *labyrinthus* jacet, quæ est cavitas figuræ irregularis post tympani cavitatem collocata, ac in tres partes dividitur, scilicet, *vestibulum*, tres *ductus semicirculares*, *et cochleam*; quæ postrema est conus aliquanto compressus, ac membrana quadam per totam suam longitudinem intrinsecus, quasi septo divisus, in formam spiralem conformatus, ex qua cum cochlea similitudine, nomen derivavit. Hujusmodi canales, et cochleam aqueo humore oppleri in statu naturali, detexit Gotunnius. Porro *cavitas tympani* cum *cavitate labyrinthi* mediis duabus fenestrellis, *rotunda* altera, altera *ovali* communicat. Et *rotunda* quidem membrana obducta, ad *cochleam*; *ovalis* autem ad *vestibulum* ducit, recipitque *stapedis basim*, cujus peripheria peripheriæ *fenestræ ovalis* adnectitur media tenui membrana. Vibrationes autem aeris sonori ab aere in *cavitate tympani* contento transmittuntur ad *humorem aqueum co-*

tunnianum per *fenestram rotundam.* Oscillatio-
nes verò sonoræ in membrana tympani excitatæ
transferuntur ad *cavitatem labyrinthi* per mo-
tum ab ipsis vibrationibus impressum *quatuor*
ossiculis, quæ ad modum vectis compositi agunt,
ad deinde ad basim *stapitis*. In tota longitudine
cochleæ *chordæ* quædam observantur transver-
sæ, quæ ab ipsius restrictione continenter bre-
viores fiunt, crassitiæ, ac longitudine decre-
centes; à quibus proinde, velut in cythara, to-
diversi redduntur. Demum *nervus acusticus*, s-
auditorius à cerebro ad *labyrinthi* sedem de-
tur, plurimis fibrillis cum ipso permixtus, qu-
fortasse cum *chordis* cochleæ inseruntur.

239 Jam auditio, ex præjactis construc-
nis organi auditus notionibus, explicatus hau-
difficiles habet. Aer sonorus ad auriculam p-
veniens, per ductum auditorium ad membr-
nam tympani defertur, usquequo tantum p-
tingere potest; quoniam membrana tympa-
aditum aeri intercludit, ab ipso tamen perc-
sa, motum cavitati tympani transmittit, cu-
aer similes vibrationes concipiens, easdem
labyrinthum traducit, atque inde in cochle-
transferuntur, chordas analogas in ipsa c-
tentas ad oscillationes respondentes excitan-
Demum nervus auditorius, cujus fibrillæ cho-
dis hujusmodi permixtæ sunt, ad animæ sed-
receptas oscillationes transfundit; à quibus se-
satio auditus producitur, ut ceteræ sensatio-
ab externis objectis excitatæ.

240 Dissimulandum tamen non est, maxima-
continere difficultatem hujusmodi tam divers-

rum sonorum transmissionem ab una membranæ tympani concussione productam. Haud difficulter concipimus, cochleam diversæ magnitudinis ac tenuitatis chordis instructam, cymbalum referre fidibus sonantem diversæ longitudinis ac tenuitatis, quæ tonos graves et acutos reddunt, à quibus concentus plurium tonorum simul educitur. Et quidem undulationes aeris chordas unisonas aut in proportione suarum vibrationum tensas ad similes oscillationes concipiendas excitare, sæpius jam innuimus ab experientia comprobatum. Quare ad vibrationes sonoras aere intra cavitatem tympani existente concitato, chordas analogas in cochlea contentas similes tremores concipere; quos fibris nervi auditorii ejusdem toni communicent, ex quo sensatio respondens in anima excitetur, cum his quæ de sono tradidimus apprimè concordat. Præsertim si cum Mairano particulas heterogeneas in aere ponamus, quarum quælibet vibrationes analogas tantum transmittat, illique chordæ in cochlea respondenti imprimat, ceteris intactis, quæ talem sonum referre potest. Hæc, inquam, conceptu non adeo difficilia sunt, ut ex præjactis principiis apte non explicentur. Verum quo pacto et membrana tympani, quæ nulla ex his chordis diversos sonos excitantibus instructa cernitur, et maxime unus idemque nervus auditorius tot tamque diversos sonos ad animam transfundat; ille solum poterit extricare, qui omnium partium auris, ac præcipuè fibrillarum munia, figuras ect. quæ in nervo auditorio con-

tinentur, apprimè calluerit. Illud tantum per analogiam conjectando dicere possumus, fibrillas nervi auditorii diversimode tensas, crassitudine etiam differentes id præstare, quod chordas illas modò dicebamus ad sonum conferre; videlicet ut respondentes oscillationes concipiant suæ tensioni, ac crassitudini attemperatas, quibus tonorum diversitas animæ repræsentetur. Et quidem ut supra jam innuimus, in visione plura sunt, quæ facili negotio concipimus; quemadmodum ista est impressionum diversitas, qua objecta diversimodè colorata animo exhibentur; contra verò in auditione abstrusa admodum est hæc proprietas, ejusque percipiendæ ratio; quum alia, quæ in visione nostram ingenii aciem obtundunt, in auditu ac sono clara sint et planissima.

241 Alia etiam non levis difficultas oritur, in explicandi sonis animum demulcentibus; quum notum sit plures molestos accidere, qui ipsum obtundunt, excruciant, imo quandoque in furorem abripiunt. Quod quidem adeo in singulis individuis varium est, ut plerumque videamus sonos quosdam alteros excruciare; qui ipsi alteros delectant, non offendunt quidem certè. Enimverò quos armonicè dispositos scimus, omnes ferè delectant, inconditi ac nulla proportione resultantes, aures lædunt, ac sensum obtundunt. In coloribus eadem penè est ratio sensum afficiendi: quosdam enim colores permixtos intuendo delectamur, dum molesta alia aliorum colorum admixtio nobis accidit. Imo in coloribus uni-

formibus hanc sensationum varietatem experimur, quoniam etiam in his verum est illud, *trahit sua quemque voluptas:* nam alii album, alii viridem colorem amant; rubeus quibusdam displicet, qui idem gratissimus allis accidit; ut etiam flavus, violaceus, imo et niger nobis mœstitiæ signum, Sinensibus oculis lætitiæ sensationem parit. Quamobrem nonnulli harmoniam musicæ phantasiæ commentum existimant nulla ratione fundatum, ut modò de coloribus dictum est. Plura de his Stephanus Arteaga in Dissert. de *Bello ideali* hispanicè edita eruditè disserit.

Verum exemplo quodam alii persuadere nituntur ab ordine, dispositione, ac intervallis, quibus toni se se excipiunt, hujusmodi voluptatem provenire: quod si inconditè ac nullo ordine toni disponantur, molesta quædam sensatio sequatur, necesse est. Ordinem quippe naturæ ductu amamus, eo quod in ipso relationes proportionem componentes animadvertamus; quæ perceptio est quædam veritatis inventio, ex qua animus sibi complacet. En exemplum, quo id ipsum declarant. Tribus diversæ longitudinis filis suspendantur tria pondera hac lege, ut quo tempore longius filum binas conficit oscillationes, brevius quatuor, et inter horum longitudines medium filum tres tantum vibrationes absolvat: quod quidem obtinebitur, si in proportione 16, 9, 4 filorum longitudines sumantur. His ita dispositis, à perpendiculo hæc pondera simul removeantur, ut eodem tempore suas oscillationes

incipiant. Grata quidem oculis erit hujusmodi vibrationum permixtio ob periodicum illum motum, quo simul pendula oscillationes suas conficiunt, ita ut quarta confecta brevioris fili vibratione, periodus absolvatur, simulque incipiant ab eodem termino omnia moveri. Similis est, inquiunt, vibrationum permixtio, quibus auditus organum pulsatur, dum octava seu diapason cum interjecta quinta, seu diapente contingitur, atque adeo similis voluptatis sensus in anima debet excitari. Quod si numeri oscillationum in pendulis, aut ictuum in chordis sonantibus eodem tempore confecti, nullam servant proportionem, aut invicem ita distent, ut nonnisi post longum tempus talis vibrationum numerus recurrat; tum inordinata pendulorum oscillantium mixtio visum confundit: ita discrepantes nimium resonantium chordarum vibrationes molestè admodum auditus organum obtundunt. Eulerus ut voluptatem à musicis compositionibus perceptam explicet, præter harmoniam à tonorum mixtione profectam, ac mensurarum diversitatem, quibus toni disponuntur, perceptionem etiam harum proportionum intensioni modos facienti respondentium in audiente requirit, ut voluptatis sensus à musica generetur. Idem clarius in tentamine novæ theoriæ musicæ à *perfectione*, quam auditor in concentu musico discernit, provenire asserit. Perfectio autem hujusmodi in mediis ad finem intentum conducentibus assequendum consistit (Metaph. 243); unde quo melius hunc ordinem in musica percipi-

mus, eo magis ipsa delectamur. Sed hæc hactenus.

242 Schol. Musicam plurimum in animi motus influere, ac proinde in mores, qui his potissimum reguntur, indubium est. Quin de exemplis ab historia petitis loquamur, ut illa sunt Saulis atrabile in furorem agitati, ac pulsu citharæ ad tranquillitatem animi reducti; Samuelis sacro zelo ob Jorami idolatriam commoti, dum rex ille bellum gereret contra regem Moab, qui citharædum adduci imperavit, ut animum sedaret; necnon quæ à prophanis de Achille Scyri latente ab Ulysse musica militari detecto; Terpandri spartanos seditiosos musicis concentibus sedantis; Demetrii Poliorcetis eodem artificio milites ad expugnationem urbium incitantis, aliaque sexcenta; ex quibus fortasse conficta plura à poetis fuerunt: his, inquam, prætermissis, documentis quotidianis monemur, mores publicos ac privatos à musica depravari, quæ sensum nimium demulceat, atque ad mollitiem inclinet. Quocirca Plato hujusmodi concentus à republica, quam commentus est exulare jussit: quum tamen gymnasticam et musicam in auxilium vocet, ad mores honestè in civibus conformandos.

CAPUT ULTIMUM.

DE METEORIS AEREIS, SEU VENTIS.

§. I.

De ventorum in diversis regionibus varietate.

243 Quum aer fluidum sit super universam telluris superficiem circumjacens, atque ob ejus summam fluiditatem maximè mobile; id ipsi accidere oportet, quod commune est ceteris fluidis: rupto nimirum æquilibrio in eam partem ferri, quæ æquilibritatem amisit. Ex quo fluxus quidam aeris versus eam plagam oritur, qui *ventus* dicitur, ut in aquis stagnantibus foramine aperto, aut muro ipsas continenti disrupto, fluxum sequi videmus. Hinc aerem à vento probè secernere oportet: ventus enim est modificatio quædam aeris, à qua habet, ut ad motum concitetur, quo cessante, ventus quiescit, aere remanente.

244 Venti *perennes* sunt, qui ab eadem plaga jugiter spirant. *Periodicos* vocant, qui statis anni temporibus intercurrunt. *Variabilis* contra nulla lege ducitur, sed ut ajebat ille, *tantum constans in levitate sua est*. A plaga unde proficiscuntur, dividi solent venti in *cardinales*, qui è quatuor punctis sphæræ cardinalibus, oriente scilicet, occidente, septemtrione ac meridie adveniunt: ac *laterales*, qui ex par-

tibus à cardinalibus interceptis perflant: quibus alii *semiventos* adjungunt, è regione media inter lateralem, et cardinalem interjacente, permanentes: quæ si rursus in æquales partes dividatur, dabit *ventorum quartas*; ex quibus omnibus divisionibus 32 venti conflati sunt, ut in rosa nautica videre licet, in figura 33 descripta, nominibus nauticis ventorum retentis.

245 Ventorum historiam ex Hallejo, et Dampierio breviter collegit Muschemb., ex quo et nos hic præcipua adnectimus, nominibus latinis nauticis adjunctis, confusionis vitandæ causa. Et I. ex *Occeano Atlantico*, et *Æthiopico* inter utrumque tropicum vel parum ultra, per totum anni decursum spirat Subsolanus. *Est* seu *Levante* dictus, ita tamen ut ad septemtrionem vergere in tropico boreali, ad austrum in meridionali plerumque videatur. Nam 1. Simul ac naturæ Insulas fortunatas seu Canarias præternavigarunt circa 28 grad. lat. bor. experiuntur. Aquilonem seu *Est-nord-est* ab oriente solstitiali flantem, qui raro multum ad septemtrionem vergit, accidit tamen nonnullis temporibus propius ad Subsolanum. 2. Qui insulas Caribas petunt, deprehendunt hunc aquilonem propius ad Subsolanum vergere, quo magis Americæ appropinquant: verum in dies jam ad Subsolanum, tum ad Eurum, sæpius tamen ad Aquilonem transfertur. 3. Hujusmodi venti se latius ad littora Americæ quam Africæ extendunt; quum in littoribus Americanis usque ad grad. 30 et 31 excurrant, quod pariter in australibus Americæ maritimis oris

observatum est, latius ventos hujusmodi dominari, quam ad Promontorium Bonæspei. 4. A latitudine boreali 4. grad. ad 28 lat. austr. grad. continenter spirat Eurus, *Sub-est*, nonnumquam ad Subsolanum vergens. At propè Africam semper australius quam propè Brasiliæ littora spirat, quo enim magis ad hæc appropinquat, eo plus vertitur ad orientem. 5. Mutationem aliquam hi venti subeunt pro diversa anni tempestate, ac Solis vicinia. Nam hoc planeta inter tropicum Cancri, et æquatorem commorante, Aquilo in boreali plaga ad Subsolanum propius accedit; et Eurus qui mare Æthiopicum perflat, magis ad Austrum vertitur. Contra autem Sole hemisphærium australe invisente, Aquilonis flatus ad boream accidet, et Euri in Subsolanum inclinant in Oceano Ætiopico. 6. Notatu tamen dignum est, circa Africæ littora ad Caffariam, Angolam, Biafaram pertinentia, espirare Austrum, seu *Sud*; et ad distantiam 100 leucarum à littoribus Guineæ Eurum in Austrum mutari: propius ab hujus regionis oris Auster in Africum, seu Ovest-*sud-est* vertitur; dum propè oram Nigritiæ Aquilo in Corum seu Ovest-nord-est transit. 7. Ad plagam borealem æquatoris inter grad. 4, et 10 lat. atque inter meridianos, qui insulas Hesperides de *Capoverde* vulgo dictas complectuntur, nonnumquam dominantur in Occeano fulmina, imbres, procellæ, malaciæ; quæ omnia se mutuò excipiunt, nullo posito intervallo, ventis undique inspirantibus.

246 II. In mari Pacifico iidem venti, qui in

Oceano dominantur; nempe usque ad grad. 28 aut 30 borealis latitudinis Aquilo; in altero hemisphærio ad eamdem latitudinem Eurus. Attamen circa Americæ occidentalem oram anomaliæ quædam observantur, afflante sæpius vento australi occidentali. III. In mari Indico magna observatur ventorum varietas; quod quidem ab interjacentibus insulis, quæ innumerabiles in hoc mari visuntur, provenire potest. Celebres tamen sunt venti periodici, quos *Monsones* vocant, hi per sex continenter menses ab orientali plaga spirant; quibus exactis, venti ab occidentali directione ferè ex diametro opposita perflant. IV. Demum in locis mediterraneis venti *variabiles* regnant, quoniam tot sunt causæ, quæ innumeras varietates generare possunt, quas ægrè in numerum redigeris, quum plures ignotæ sint. Et quidem montium directiones diversæ, fermentationes atmosphæricæ, electricæ materiæ terrestris et atmosphæricæ coagmentationes, subterranei flatus aeris, rarefactiones et condensationes ab igne subterraneo, nivibus etc. provenientes, aliaque innumera, quæ ex prædictis simul ac seorsim coadjuvantibus oriri possunt, varietates innumeras in atmosphæræ statum inducant, oportet, à quibus ventorum directiones frequenter mutantur.

§. II.

De ventorum causa.

247 Propos. I. "Ventorum in zona torrida

spirantium causa non est telluris circa axem diurna revolutio, ut Cartesio, Rohaultio etc. placuit statuere." Nam 1. Hujusmodi vertigo ad occidentem in hypothesi terræ motæ, ventum ab oriente in occidentem per totam ipsius superficiem excitare deberet; quod quum experientiæ quotidianæ contrarium sit, et causa huic phænomeno assignata commentitia erit. 2. In prædicta hypothesi motus vertiginis telluri, et atmosphæræ impressus communis est: cur igitur terra in orientem delata, atmosphæræ fluxus in contrariam partem generabitur? 3. Ventus hujusmodi ab oriente seu æquatore efflare deberet; ex dictis autem plerumque ad boream vel ad austrum vergit: ergo à directione telluris circumacte non provenit. Huc adde, motum hujusmodi celeriorem esse, quam ille sit venti qui intra minut. sec. tum quum leniter fluit, ut sæpe fit, 8, summum 10 ped. decurrit, æquatore terrestri per 1423 interea delato.

248 Propos. II. "Generalis ventorum causa est æquilibritas inter atmosphæræ portiones disrupta, quæcumque tandem sit hujus diremptionis origo." Prob. Ventus est aeris de loco ad locum translatio, at in fluidis, partibus eorumdem ad æquilibrium compositis, quietem generalem sequi videmus, æquilibrio interrupto, ex parte dehiscente, ut in hydrostatica ostensum manet, motus gignitur: ergo hæc causa fluxui aeris, seu vento est assignanda. Et quidem omnia fere, quæ in ventis animadvertuntur phænomena, à rupto æquilibrio provenire perspicuum est, ut singillatim plura ex his enucleando statim

ostendemus; ex quorum explicatione apertissima inductione ad ea etiam, quorum causæ nos latent, extendi debere planum est; ut in regulis philosophandi physicæ præmissis statuimus. Quare aliud nihil restat, quam ut selectiora ventorum phænomena exponamus.

249 Phænom. I. Ventus intra zonæ torridæ limites ab oriente perflans, à solis calore originem habet. Sol enim atmosphæræ incumbens illam calefaciens attenuat, expandit, rarefacit, idque continenter ab ortu in occasum, ita ut quam plagam sol relinquit, calore etiam evanescente frigescat, ac densior fiat, dum quæ ab ipso percurritur occasum versus, rarefit ac levior redditur. En igitur æquilibrium à plaga occidentali deficiens, atque adeò in ipsam irruere debent columnæ aereæ plagæ orientali incumbentes, ex quorum fluxu ventus subsolanus sequatur, oportet. Ceteroquin sol æquatori non semper imminet, sed ad tropicos sensim accedit; quare ex ea plaga in qua versatur, ventus, seu fluxus aeris rarefacti provenire debet. Hinc oriuntur diversæ illæ directiones venti orientalis in zona torrida supra expositæ, experientia testante Mexici, ac præcipuè in mari intra tropicum cancri et æquatorem jacente ab oriente in septentrionem ventum plerumque deflectere, maximè hiberno tempore, ob rariorem à sole incumbente zonæ torridæ australi aerem; ad quam plagam ex lege æquilibrii confluere debet alterius zonæ borealis aer densior ac ponderosior. Contra vero æstivo tempore ob incumbentem Mexicanæ regioni so-

lem, undæ aeris ex parte australi, quæ tum à remotiore planetæ illuminatione plus densitatis præ altera boreali habent affluere debent; ex quo illæ pluviæ frequentes, mensibus solstitio æstivo vicinioribus, quippe australes ventus borealibus regionibus pluvias, ut meridionalibus septemtrionales afferre compertum est. Quum autem tropici muro à reliqua atmosphæra circumjacente non dividantur, et contiguæ sint ejusdem fluidi portiones; liquet cur hujusmodi fluxus ad 28, aut 30 grad. excurrat.

250 Phænom. II. Venti non solum horizontaliter spirant, ut modò expositi; at sursum ac deorsum versus, obliquis, contortis, circularibus etiam directionibus feruntur. Equilibrium enim rumpi multis de causis potest, quibus aeris fluxus determinatur; quare si parte superiore aer rarior fiat calore solis, aut ex subterraneis fermentationibus fluidum atmosphæricum infernè rarescat; ventus à superiore ad inferiorem regionem aut contra fertur, ut sæpissimè fit. Verum horizontales advenire ventos plerumque sentimus, quia contra terram aut obices impacti ad horizontalem directionem à reflexione determinantur, antequam nubis directio primitiva innotescat. Nonnunquam tamen ex alto delapsum, aut è telluris hiatibus exeuntem ab ingruente impetu cognoscimus. Plures sunt cavernæ ex quibus validus ventus in atmosphæram irrumpit, ut in *Danbigaja* Britaniæ comitatu, qui vestes accedentium in altum disjicit. De *Senta* in Dalmatia; et rupe quadam in Cyrenaica refert Plinius;

ventum efflari, pluraque alia in diversis Europæ regionibus exempla citat Muschembroek. E mari interdum ebullitione quadam præcedente, quæ evaporationem deinde excitat, atque in ventum validum ac tempestuosum desinit, horrendæ tempestates generantur, in mari orientali satis frequentes. Sed de his in sequenti.

251 Phænom. III. Plures sunt venti procellosi, qui à diversis effectibus infames sunt: generali nomine *Orancan* in India orientali ab incolis designantur, unde ad Europeos nomen fluxit a qualibet natione propriæ linguæ accomodatum. Species præcipuæ sunt *Præster*, *Ecnephias*, *Exhydria*, *Typho*, *Turbo*. *Prestères* ad meteora ignita etiam referuntur; sunt enim species fulminis magna vi in aerem irrumpentis, unde ventus vehemens scitatur incendio comitatus. *Ecnephias* est ventus validus è nube improviso erumpens, quod phænomenon in mari Æthiopico, atque ad Promontorium Bonæ spei infrequens non est. Eum experientia edocti prævidet nautæ à parva quadam ac subnigra nube quæ sensim dilatatur; qua eminus conspecta, vela contrahunt, ac si tempus sinat, malа etiam dimittunt, ne ab impetu disjiciantur. *Exhydria* a præcedente phænomeno vix differt, nisi quod exundantem late aquarum copiam demittit. *Typho* seu vortex, horrendum nautis monstrum, est ventus, seu citius ventorum illuvies undique magno impetu perflantium, ex quo motus quidam vorticosus exoritur. A turbine solum differt è loco unde originem trahit: turbo nimirum è regione superiore incipit à

ventorum undique concurrentium lucta, à quibus motu composito ex tot viribus ad circulos seu vortices describendos aer determinatur. Typhones autem monstra sunt maritima, in mari Sinico ac Japonico non infrequentia: ipsos tepor quidam ac satis conspicua aquarum maris ebullitio præcedit, ex qua sulphureus odor latè propagatur, quæ deinde ventus ex omni plaga erumpens consequitur; vorticoso motu navigia quandoque disjiciens, certè ipsorum armamenta disrumpens, nisi cautè antea colligantur. Horum phænomenorum causa satis indicatur ab ipsa expositione; ex qua perspicuè colligitur, ab igne electrico, vaporibus atmosphæricis fermentatis, subterraneis marinis ignibus vulcanicis elasticitatem, ac densitatem aeris immutari; ex quo hujusmodi fluxus in aere plus minusve vehementiores derivantur.

252 Phænom. IV. Quandoque diversum, imò et contrarium nonnumquam ventum in regione superiore à nubium directione observamus, ei quem in superficie terræ sentimus atque à vexillis in turribus templorum collocatis indicatur. Perinde enim in fluido quocumque, puta aqueo, se res habet, dum contrariis directionibus supera inferaque strata adiguntur. Si in vase aqua pleno duo foramina alterum propè labrum, ad fundum alterum ad meridiem ac boream respicientia aperiantur; aqua superior directione opposita ei, quam inferior obtinebit, fluens deferetur. Id ipsum à causis æquilibritatem aeris turbantibus fieri conspi-

cuum est; etiamsi quænam sint hujusmodi causæ sæpius nos lateat.

253 Schol. Dixi modò, causas peculiares equilibrium aeris turbantes, nos plerumque latere. Unum tantum affirmare tutò possumus: ab equilibrio interrupto inter columnas aereas atmospheram componentes, ventos generari; quod etiam in conclusione asseruimus. Hujus autem æquilibrii eversio ab elasticitate, ac densitate fluidi alterata potissimum pendet. Planum quippe est, elaterio in quadam ex columnis aeris imminuto, laterales columnas majore vi elastica in ipsam agere debere, atque inde æquilibrium turbari, fluxu ad partem dehiscentem generato. Idem pariter à densitate imminuta evenire, ex fluidorum æquilibrio deducitur, in quibus ponderosiora supra leviora irruendo, ascendere compellunt; fluxumque ex ea parte unde dilabuntur, reciprocum gignunt, donec æquilibritas restituatur. Peculiares tamen causæ elaterium ac densitatem aeris turbantes, ex his quæ de fluidis elasticis disseruimus, plures assignari generatim possunt; ad omnes tamen peculiares casus singillatim applicari non possunt. Id enim intimam naturæ cognitionem in singulis effectibus agentis exposceret, quod humanam excedit facultatem.

§. III.

De ventorum celeritate ac utilitatibus.

254 Aura levis longum iter conficere non potest, neque intra minutum sec. plusquam 6

aut 8 ped. prætergreditur, ut vix equitem incitato gradu delatum comitetur. Alii sunt venti mediocri celeritate donati, qui 10 mill. anglica in singulas horas, observante Derhamo, conficiunt; ob idque aer dum meridianis horis spirat aliquantò incitatior, hanc velocitatem obtinere, credendum est. Ceteroqui vehementiam quorumdam ventorum omnes experiuntur, quos proinde per magnum tractum deferri, ex ipsa rapiditate deducimus. Nam computante Mariotto, intra minut. sec. quidam venti 32 ped. conficiunt: impetuosissimos tamen observavit Derhamus, eodem tempore 66 ped. britannicos absolventes, ac per 45 milliaria ejusdem mensuræ, horæ spatio delatos, à quibus integras silvas disjectas, statuam lapideam 12 ped. altam, 5 latam, 2 crassam, confractam fuisse testatur. Ventos quandoque experimur tegulas, domorum tecta operientes, caminosque ad fumum omittendum supra tectorum culmina extantes, ultrò citròque disjicere. Imò paucis abhinc annis, proceras arbores in vinea quadam inter Lateranum, et agrum Sessorianum in Urbe sitam, vidimus radicitus avulsas; è quibus nonnullæ per tractum vicinum quæsitæ, nuspiam repertæ fuerunt per plura milliaria à loco unde avulsæ fuerant, in alium locum propulsæ.

255 Verum si nobis nonnumquam perniciosi sunt venti, magnis utilitatibus damna illata compensant. 1. Aer animalium respiratione continenter inficitur, ut ubi de fluidis *azoticis* egimus, dilucidavimus. Unde à ventorum actione

hujusmodi particulæ aeris respirationi ineptæ, attenuantur aeris vitalis insinuatione, aliò transferuntur, ac dissipantur; ut iterum aptæ ad inspirationem fiant, vitaque animalis jugiter conservetur, Observante Comite Sturmo, in opere cujus titulus, *Considerationes operum Dei in regno naturæ et Posvidentiæ*, italicè è germanico idiomate translato, vere appropinquante frequentiores sunt ventorum tempestates ac procellæ, ut atmosphæra, quæ hiemali tempore perpurgata fuerat, concussione ventorum exoneretur ab exhalationibus, calore recurrentis solis sursum elevatis è solo nimium humido, quibus denuò incipit infestari. Et quidem intercurrente ad longum tempus aeris serenitate, nulla ventorum agitatione turbata, contagiosi morbi ab aere impuriore generantur; ut observationibus medicorum, ac etiam eorum qui attentè naturam speculantur, notatum invenimus.

256 2. Ventorum flatibus exhalationes pestiferæ paludum, aquarum stagnantium, vallium etiam humiliorum, in quibus humiditas ab ardore solis fermentationes putrescentes excitat, dissipantur. Aquæ etiam oceani, lacuum, paludum nisi agitatione ventorum concuterentur, facillime putrescerent, ac regiones integras inficerent, aerem corrumpendo; quod pariter dicendum de vaporibus fluminum, quos, maximè nocturno tempore concretos, tamquam nebulam manè elevari, ac latè vagantes regiones adjacentes videmus perfundere, nisi à vento post exortum solem excitatum dissiparentur.

Neque dubitandum, quin validi flatus ventorum epidemicas infirmitates per provincias serpentes, ac latè contagium, ac exitium propagantes, dissipent; maximè si continenter ex eadem cœli plaga per aliquot dies spirare non desinant.

257 3. Auræ æstivos calores temperant; agricolarum iter agentium, ac sub dio operantium æstus refrigerant; calorem ab ædificiorum parietibus, ac stratis viarum à sole conceptum depellunt; ambientem aerem à corporis calore tepefactum ac æstivo tempore æstum augentem mutant, ac refrigerant; aerem vitalem ex plantarum foliis sole percussis abunde scaturientem ad nos deferunt, quo salubrior aer inspiratur, maximè in urbibus, ubi è tot respirantium pulmonibus aer atmosphæricus magna *gas acidi carbonici* quantitate oneratur (176), quod subtile quoddam venenum est, valetudinem sensim ac sine sensu conficiens.

258 4. Valores aquei per atmosphæram latè vagantes à ventis colliguntur; in montes illos adigendo, ex quo pluviæ terram fœcundantes oriuntur; ipsisque aer exoneratus, aliis impuris corpusculis ab exhalationibus sursum transmissis, simul purgatur, puriorque ac sanior efficitur. Ventorum etiam vicissitudines tempestatum rigores mitigant; uti hiberno tempore, terreno nive, geluque constricto, atque ambientem aerem nimium à borea flante rigentem auster superveniens solvit, temperat, ac benigniorem efficit.

259 5. Demum ne longius abeam, naviga-

tio, cujus beneficio et homines dissitis mundi regionibus à mari interruptis societate copulantur, et mutuæ necessitates supplentur à mercium importatione, et quæ aut honestæ voluptati, aut scientiis promovendis inserviunt, obtinentur: navigatio, inquam, ventorum impulsu promovetur, ac regitur. Quod etiam dicendum de pluribus machinis ventorum ope permotis, ubi aquarum vis ipsis impellendis desideratur, aut ipse aquarum decurrentium impetus ventum gignit, qui igni excitando requiritur, ut in ferrariis officinis, ubi ferrum purgatur, fieri videmus.

DISSERTATIO III.

DE IGNE.

Querebantur Physici ad unum omnes, qui hoc argumentum exagitarunt, nullum esse in natura corpus, cujus effectus notiores sint, magisque sensibiles ac sensu tractabiles evadant, effectibus ignis, dum ipsius natura, quo attentius perpendebatur, atque examini diligentius subjiciebatur, ipsorum conatus ac diligentiam eludebat. Gloriantur tamen recentiores à Black, qui primus *oxygenii* naturam detexit, Crawfordio, Furcroyo, ac Lavoisiero, Chemici et Physici, abstrusam ignis naturam ab eorum tentaminibus è tenebris in quibus sepulta jacebat, meliore luce collocatam, quod quam verum sit, ab his, quæ præsenti dissertatione dicturi sumus, ex eorumdem penu deprompta, aliis judicandum permittimus. Id tantum in antecessum lectores nostros monitos volumus, pleraque hic exponenda à Crawfordio, Lavoisiero, Brissono, Dandolo, Polio derivasse, quos vades in his, quæ ab experimentis adducenda occurrunt, sumimus: solumque ordinem, ac methodum è nostro adjungemus, naturam ignis primum, tum media quibus excitatur, postea ipsius actionis propagandæ modum, deinde effectus in corporibus productos, ac demum, quo

pacto ejus actio propagatur, minuitur, aut cessat, in primo capite considerantes, frigoris notiones, electricitatem, ac meteora ignea, sequentibus deinde persecuturi.

CAPUT PRIMUM.

DE NATURA, AC RELIQUIS AD IGNEM PERTINENTIBUS.

§. I.

De natura ignis.

260 Corpus accensum, cujus partes disjunguntur, atque in flammam, fumum, vaporem abeunt, vulgo ignem appellamus. Verum *principium* ignis est fluidum subtilissimum, admodum rarum, elasticum, leve, per universam qua late patet naturam dispersum, corpora majore, minoreve facilitate permeans, ac undique dum liberum est ad æquilibrium sese componens. Principium hoc diversis nominibus appellare consueverunt Physici, eo quod ejus natura abstrusa prorsus sit, nec ullum vocabulum satis aptum ipsis suppeteret, quo ejus notionem explicarent. Idcirco *principium inflammabile*, principium aut *materiam caloris*, ac demum *caloricum*, vocabulo apud novissimos physicos recepto, vocitatem invenies, ut effectum, seu calorem à causa distinguant.

261 Enimvero duo effectus diversi in igne notantur, *lux* nimirum, et *calor*; quos qui-

dem tum conjunctos, quum etiam separatos videmus. Ab stellis quippe et luna, nullo calore in nobis excitato, illuminamur; ac sæpissimè corpora calefiunt, quin ullum præbeant fulgoris indicium; quod quidem quotidiana experientia comprobatum, ad naturam ignis investigandam nos quasi Ariadnes filo deducit.

262 Corol. 1. Notio igitur ignis duas ideas in nobis excitabit, diversis sensationibus respondentes; alteram illius affectionis, qua sensus nostri percelluntur, dum ad ignem accedimus, *caloremque* vocamus; alteram, qua objecta circumstantia à luce illustrata discernimus, ac per oculos eorum imagines ad animi sedem transmittuntur, quæ quum prorsus diversæ sint, ac invicem separari queant, et lucem sine *calorico*, et *caloricum* sine luce existere posse, deducitur, ac respondentes sensationes excitare. Hinc mirum non est, ignem quandoque magna luce pollere, parvumque caloris sensum injicere; ut in flamma è paleis, stuppa, cet. exsuscitata fieri videmus; quædam autem corpora valido calore nos terrere, quin minimum edant splendoris indicium; quorum exempla adeò obvia sunt, ut inutile sit, ea singillatim hic commemorare.

263 Corol. 2. Ignis itaque non est corpus simplex, aut elementum, quod ex aliis substantiis non coalescat, at ex luce aut calorico, quæ ex materia lucem seu ætherem excitante, quæ phosphorus fortassè erit (467), et calorico tamquam principiis componitur, quæ et copulari, et invicem disjungi possunt. Hæc ta-

men *combinatio* lucis et calorici non adeò constans in quantitate est, ut plures gradus non admittat; ex quo phænomena diversa oriuntur, quæ explicatus difficiles habent, nisi ad prædictas causas attendamus, seu diversam utriusque principii *combinationem*; qua posita, cetera plana fiunt, facilique negotio exponuntur, ut singillatim tentando mox ostendemus.

264 Missa tamen hic facientes, quæ de lucis igneæ natura ac propietatibus dicenda forent; quoniam supra, ubi de luce egimus, fusè jam tractata sunt, neque diversam ob id induunt naturam; ad alterius principii ignem componentis proprietates investigandas convertemur. Ac primum quidem *caloricum* omnia corpora etiam durissima permeat; plurimis ex ipsis tenaciter adhæret, seu ut ajunt, cum ipsis *combinatur*; sese undique, dum liber est, uniformiter distendit, donec ad æquilibrium componatur. Ex hac *calorici* proprietate sensatio caloris, aut frigoris in nobis excitatur. Dum enim corpus *calorico* abundantiore, quam nos habeamus, oneratum, ad contactum nobiscum venit, *caloricum* suum nobis communicat, et quo caloris sensatio in nobis excitatur. Quod si ad corpus *calorico* destitutum accedamus, quum ipsi è nostro calorico communicemus, donec ad æquilibrium deveniatur; frigidum corpus illud tamdiu nobis videbitur, quo ad gradus caloris pares utrobique inveniantur. Hoc quidem facili experimento quisque comperiet, si alteram ma-

num supra corpus calefactum, alteram supra nivem aliquantulum tenuerit; deinde utramque in aquam tepefactam immiserit. Nam manus calefacta frigidam aquam sentiet, dum simul quæ à nive frigescit, callidam experitur. Quod si diutius manus aquæ immersas tenueris, par sensatio utrobique restituetur. Videlicet quæ calefacta aquam contingit, suum *caloricum* eidem participat; contra verò aqua manui frigescenti de suo communicat, donec æquilibrium restituatur; quo obtento, sensatio utrobique par inveniatur, necesse est.

265 2. "Materia caloris nulli mutationi subjacet, neque alterationi." Transit quidem in corpora, illa permeat, in eorum particulis latet separata, sive ut ajunt *combinata*, quo in casu, veluti culter vagina compressus nullum edit suæ præsentiæ signum, donec in pristinum libertatis statum restituatur, tuncque mobilitatem fluidorum peculiarem rursus obtinet.

266 Nam 3. *Caloris materia fluida est*, imò omnium fluidorum subtilissimum, ac præcipua fluiditatis corporum causa. Ab ejus enim actione fluidorum partes invicem recedunt, cohæsionem amittunt, separantur, eamque mobilitatem acquirunt, quæ characteristica fluidorum est. In thermometris id planissime demonstratur: atque in ceteris corporibus passim videmus, eorum volumem á caloris præsentia augeri, ab ejus recessu ad minorem redigi molem. Quod quidem ita me movet, ut penè Brissono assentiar conjectanti, unum in natu-

ra fluidum esse *materiam caloris*, à qua fluida, quæcumque novimus, si lucem excipias, habent ut talia sint. Hinc *calorico* à fluidis prorsus abeunte in solidam massam concrescerent, ob insitam propensionem, qua eorum partes invicem accedunt, quæque *affinitatis* nomine à Chemicis solet nuncupari, ut in physica generali monuimus. Idem suadent aquæ in glaciem, ac nivem conversiones; mercurii à frigore in metallum solidum ac malleatum transmutatio; metallorum fusio, ac liquefactio, iterumque ad pristinum duritiei statum restitutio; liquorumque pinguium rarefactiones, et concretiones à majore vel minore caloris gradu in atmosphæra à sole excitato, aut ab igne *caloricum* ipsis communicante inducto provenientes.

267 4. *Caloris materia* ubique præsens est, atque ab ipsa omnia corpora intimè penetrantur. Aer, quem respiramus, telluris substantia, alimenta quibus nutrimur, nos denique ipsi medullitus calorico repleti sumus. Nam de aere puro dissertatione superiore ostensum fuit, ab *oxygenio* et *calorico* componi: indubiumque est terrestrem omnem substantiam, à calorico vivificari, si animalis, aut vegetabilis fuerit; aut si in regno animali, aut vegetabili non contineatur, facillimè ab ipso permeari, intraque ejus molleculas includi.

268 5. *Materia caloris* etiam durissima corpora dissolvit, quin ullum in natura inveniatur, quod ejus actioni resistat; ipsa tamen à nullo destruitur, aut immutatur. Potest qui-

dem intra mollecullas eorumdem velut in carcere cohiberi, quin cum aliis suæ naturæ particulis communicet; tumque mirificè rerum conservationis inservit, quin vires destructivas exerat, quibus omnia cedunt ac dissolvuntur. Hinc est, quod *caloricum* velut *universale dissolvens* in natura considerari potest: quandoquidem intra molleculas corporum insinuatum illas disjungit, invicem removet, ac tandem dissolvit, si eo usque augeatur ejus quantitas, ut omnem earumdem copulationem penitus dissociet.

269 6. Hinc caloricum in duplici statu considerari debet. Aut enim est in statu *combinationis*, aut in statu *libertatis*: in primo quidem nullum sensibilem edit caloris effectum, quo corporis organa ad sensum pertinentia quodammodò ab ipso excitentur: at veluti sepultus, inclusus intra molleculas tamdiu latet, quin ullum effectum sensibilem edat; donec qua data porta ruat, et cum aliis ejusdem naturæ particulis vires suas augens, in dissolutionem redigat corpora, quorum intimas partes penetraverit. Id passim in contactu corporum, quæ nullum caloris signum sensui exhibent, experimur: neque ob id crediderís omni calorico destitutum corpus, quod tactui nullum indicium præbet caloris; quum certum sit, plurima ex his hoc fluido referta esse, quod dum ab statu combinationis ad statum libertatis, transit, ostenditur.

270 *Temperiem* corporum vocamus statum illum à thermometro designatum, qui ab ejus

elevatione aut depressione indicatur. Hac methodo ad trutinam vocantur gradus seu quantitates calorici in duobus aut pluribus corporibus contenti; thermometrum mercurio instructum ipsis infundendo, à cujus elevatione aut depressione tempore infusionis notata, temperies respectiva definitur. Neque tamen ex eo deducas, à thermometro exactè ostendi quantitatem materia caloris in duobus corporibus contentam. Potest enim *caloricum* augeri in corpore, quin thermometrum sensibiliter varietur, ut experimentis à Lavoisiero et Placeo institutis edocemur in glaciei solutione; quæ quidem à *calorici introductione*, seu *combinatione* cum glacie provenit; et tamen toto solutionis glaciei tempore thermometrum immotum remanet: quum perspicuum sit, ac introductione materiæ calorificæ, quæ cum glacie *combinatur*, glaciei resolutionem provenire. Quamobrem thermometri indicatio tantummodo respectivam *calorici*, è corporibus ad ipsum transmeantis, quantitatem ostendit.

271 Hujusmodi *combinatio* calorici cum corporibus *calor specificus* dicitur, quem alia etiam methodo tentarunt prædicti auctores investigare. Corpus nimirum cujus *calor specificus* examini subjiciendus erat, intra vas collocabant, quod glacie circumductum intra alternum vas pari glaciei tegumento obductum continebatur, quod tertio demum vase ab atmosphæræ calore protegebatur. His ità dispositis, *caloricum* corporis examinandi cum

glacie primum vas circumdante *combinatur*, et ab ipso glacies funditur, aqua soluta per canaliculum ad id destinatum se exonerante. Quantitate deinde aquæ solutæ notata, calor specificus definitur; quoniam ab eisdem *calorici* quantitatibus è corporibus ad glaciem transmeantibus, pares etiam ejusdem glaciei solutiones seu aquæ solutæ portiones haberi debent. Quænam autem caloris portio ad glaciem fundendam necessaria sit, mox videbimus.

272 Corol. 1. In transitu igitur corporis ab statu solidi ad statum fluidi magna caloris quantitas absorvetur à corpore fundendo, cum quo *combinatur*, quin aquæ resolutæ temperiem mutet. En itaque cur dum nives resolvuntur, frigus intensum adhuc sentiamus. Calor enim aeris nivem fundentis ab ipsa absorbetur, quin ad corpora nostra transeat; atque adeo temperies eadem seu sensatio in nostris organis excitari debet, quæ dum glacies, aut nix concreta erat, ea afficiebat. Imò sæpissimè magis intensa frigoris sensatio oritur, si de nostro calorico ad glaciem, aut nivem fundendam contribuimus, ut hiberno tempore dum nives funduntur, aut gelu solvitur, citra dubium est evenire. Quod etiam in transitu ab statu liquidi ad statúm vaporis extendendum esse, supra obvio experimento diximus (158): oppositum autem evenit quando ab statu vaporis ad statum fluidi fit transitus, aut ab hoc ad statum solidi: magna scilicet caloris quantitas à corporibus expellitur, aut à fluidis concrescentibus, à cujus expulsione provenit, ut ab uno ad al-

terum transeant statum. Hac fortassè de causa pluvia imminente, in atmosphæra tepor quidam excitatur, qui etiam frigida tempestate, aerem insigniter tepefacit.

273 Corol. 2. Quando igitur in *combinatione*, aut mutatione quacumque status corporum imminuitur calor liber; hic iterum restituetur, quum omnia ad pristinum statum redeunt. Contra autem si in *combinatione*, aut mutatione status caloris liberi augmentum succedat, hoc evanescet rebus ad priorem statum redeuntibus. Omnes itaque variationes quum reales, tum etiam apparentes, quæ in systematis mutatione occurrunt; ordine inverso iterum producuntur, quando idem sistema ad pristinum statum restituitur.

274 Schol 1. Longum esset opiniones de natura ignis singillatim recensere: in tres tamen classes commodius distribui possunt, aut citius in duas; quum prorsus inepta videatur illorum sententia, qui substantiam mediam inter corpus et spiritum ignem esse autumarunt. Hac igitur prætermissa, reliquæ duæ supersunt. exponendæ, aut potius indicandæ, ut quid ex ipsis retinendum, quid rejiciendum ex hactenus traditis cognoscamus. Prima igitur sententia ignem primigenium esse elementum asserebat, materiæ simplicis particularum congeriem immutabilem, summè elasticam, fluidissimam, atque omnis fluiditatis principium, caloris et combustionis causam. Ex his plures ignem elementarem à luce non distingui asseruerunt. Censent alii ignem esse tantum perturba-

tum particularum motum, mechanicè à fermentatione ob diversarum substantiarum permixtionem inductum, atque adeo particulas ipsas corporum attenuatas, permixtas, hinc illinc ejaculatas, quin alia substantia eas intimè penetret, atque ad motum determinet, esse id quod ignem nuncupamus. Postremis hisce annis Priestlejus, Valerius, Scheele ac novissimè Craufordus plurimum in natura ignis investiganda desudarunt, et ut cuique laus propria tribuatur, Priestlejus et Craufordus, Lavoisiero et Placeo facem prætulerunt, ut scientiam ignis ad eum gradum eveherent, quem in Physica in præsentiarum obtinere videmus.

275 Schol. 2. *Phlogiston* celebre Sthallii commentum à physicis ambabus ulnis receptum, ac bilem Dandolo tantoperè movens, notio est in nostra physica non prætermittenda, quoniam in recentioribus libris phlogiston passim nominatum, imò ad plurima phænomena exponenda applicatum invenitur. *Phlogiston* itaque appellant Lavoisieri prædecessores, id quod auctor et nos supra *caloricum* seu *materiam* ignis *combinatam* exposuimus. Plura quidem phlogisto tribuebantur, maximè in combustione corporum exponenda, quam primum Craufordus, atque ex eo Lavoisierus, ceterique minimè à phlogistico, at ab aeris resolutione provenire, compererunt. Ceterum falsis notionibus rejectis, parum interesse videtur, utrum phlogiston, an *caloricum combinatum* materiam ignis non liberam appellemus. His tamen prætermissis, phlogiston suis fautoribus est ignis

elementaris aliis substantiis natura diversis combinatus. Ex hac combinatione ab affinitate inter ignem et substantias quibuscum commiscetur proveniente, novum corpus gignitur natura mixta ex utroque aliquid habens, neutrius verò naturam habens, inquit Para. Quum tamen non eadem affinitas inter ignem et alia corpora intercedat; quibusdam corporibus facilius, aliis ægrius conjungitur: ita ignis oleosis, et sulphureis substantiis facilè sociatur, aqueis non item. Adhæsio etiam varia est pro diversa affinitate, quam cum substantiis habet, à qua provenit major facilitas aut difficultas combustionis. Hæ sunt præcipuæ phlogisti notiones, ex quibus ejus patroni pleraque ignis phænomena explicare nituntur; quæ tamen simplicioribus principiis tradita à Lavoisiero, phlogisto penitus eliminato, asserit Dandolus.

§. II.

De mediis quibus actio ignis excitatur.

276 Omnibus notum est, ignem ignis ad corpus combustibile applicatione excitari: quare omissa hac satis obvia producendi ignis methodo tres alias considerabimus; attritum videlicet, fermentationem, et lucis radiorum congeriem. Attritus si Lucretio credimus primum fuit excitandi ignis inventum, quod ab arboribus valida ventorum vi ad attritum compulsis, ac ignem concipientibus, homines didicisse conjectavit; quem etiam à fulmine for-

tuitò accensum acceptum refert lib. 5, v. 1096.

Et ramosa tamen quum ventis pulsa vacillans
Æstuat in ramos incumbens arboris arbor,
Exprimitur validis extritus viribus ignis;
Et micat interdum flammai fervidus ardor,
Mutua dum inter se rami stirpesque teruntur.
Quorum utrumque dedisse potest mortalibus ignem.

Casus etiam fortassè docuit hominem, ut *silicis venis abstrusum excuderet ignem*, frequentissima enim sunt hujusmodi phænomena sine hominum industria à natura edita, ut in serra ligna dividente, quæ adeò incalescit à continuo attritu, ut quandoque ignem concipiat: quod etiam commune est omnibus mechanicis instrumentis trusatilibus. Illud certum est, apud omnes nationes barbaras, quæ ferrum ignorabant, usum excitandi ignem per attritum invaluisse; quod legere est in Historia Prevostii, aut Harpei, in qua peregrinationes ab Europeis institutæ ad omnes ferè orbis angulos describuntur.

277 Fluida tantum ab attritu nullum caloris signum edere credebatur; quoniam nec aqua diù commota, nec alia fluida à solo attritu aut mutua percussione suarum partium calescere, expertum erat. Phyps tamen in sua ad polum borealem maritima peregrinatione, asserit ab Irving peregrinationis socio in physicis rebus perito, aquam marinam post magnam maris jactationem inventam fuisse longè calidiorem thermometro immisso, quam esset

atmosphæræ temperies ab eodem instrumento indicata. Et quidem si ab aquarum mutuo attritu habeatur aeris cum ipsa *combinatio;* sui calorici partem ipsi communicabit, à quo proveniet prædicta aquæ calefactio ab Irving asserta.

278 Ceterum fermentationes fluidorum, à quibus effervescentiæ producuntur, si rectè loqui velimus, non tam aliud obtinendi ignis medium, quam præcedentis species est: quod quidem simul ostendit ab attritu mutuo fluida calorem, ac ignem etiam sæpius concipere. Hujusmodi fermentationes à permixtione acidorum cum alcalis præcipuè obtinentur, ob insinuationem mutuam mollecularum per intersticia utriusque fluidi, ex quo magnus attritus sequitur, ad particularum collisio; unde caloris liberi intra poros contenti expulsio, ac per totam fluidi substantiam dispersio, à quo calor ille fermentationum proprius ortum ducit. Quod si ita augeatur calor, ut cum *oxygenio* aeris atmosphærici combinetur (173), accensio sequatur, necesse est. Ab hac enim *oxygenii* aeris ambientis cum corpore exurendo *combinatione*, ejusdem combustio provenire, loco modò citato ostendimus. Fluidorum autem molleculas sese mutuò intimè penetrare, experientia testatur; quoniam post permixtionem ad minus volumen reducuntur; ut si spiritum vini cum aqua ad duas amphoras miscueris, post commixtionem totum liquidum duas amphoras minimè reddere comperietur.

279 Putrefactiones etiam veræ fermenta-

tiones sunt, in quibus substantiæ fermentantis partes cum base aeris puri combinantur (184), caloricumque in ipso contentum libertatem nactum molleculas dissocians, calorem illum generat fermentationis proprium. In nonnullis fermentationibus accensio etiam consequitur, ut in fœno humido intra fœnilia clauso evenire solet; ex quo non infrequenter in Urbe incendia accidere experimur. Idem namque in hac fermentatione solidorum usuvenit, atque in liquidorum permixtione accidere supra monuimus. Neque enim ulla fermentatio, aut putrefactio in solidis umquam succedit, nisi à fluidis ipsorum partes intimè penetrentur.

280 Demum à radiis solaribus corpora calefieri omnibus est notissimum. Nullus tamen credat à simplici radiorum solarium contactu accensionem sequi posse, nisi artificiosè mediis lentibus convexis, aut speculis concavis radii solis adeò addensentur, ut *combinationi* particularum corporis solis actioni expositi cum *oxygenio* aeris ambientis locum dent; quod in statu naturali radiorum solarium etiam calidissimis regionibus evenire haut puto. Fuerunt quidam qui existimarent, æstivis caloribus Urbis paleas per strata viarum dispersas accendi; quod in ponte S. Angeli se vidisse testatur Richardus in suo itinerario per Italiam, ni memoria labor; non enim librum ad manum hic habeo, quod ab aliis Urbis incolis etiam audio, sæpius confirmatum. Enimverò hoc phænomenon ab igne ungulis equorum circumcursantium excitato, ac paleas velut escam com-

burente, manifestum est provenire. Pons enim iste silicibus stratus est sulcis frequentibus excavatis, ut equi et rotæ curruum commodius incedant; ex quo à ferreis soleis equorum scintillationes frequenter excitantur, quæ paleis admodum ab ardente sole exsiccatis atque incalescentibus, facilè adhærent, atque incendium indè concipiunt. Ceterum antiquissimis temporibus à radiis solaribus medio crystallo condensatis ignem obtineri, in poemate de *Lapidibus*, quod Orphicis adnexum est, legitur in verbo *Crystallus*; quod etiam non obscurè *Strepsiades* juvenis in *Nubibus* Aristophanis Act. 2. Scena 1. indicare videtur.

§. III.

De ignis propagatione.

281 Actio ignis in corpora dupliciter propagatur: aut enim solum motum intestinum excitat, ex quo augmentum provenit caloris; aut partes corporis calefacti disjungit, ipsasque intimè penetrat, ac in ipsa irruens in sui naturam quodammodò transformat, ut in corporibus accensis animadvertimus. Corpus igitur calefactum calidius et grandius efficitur, à calore intra molleculas suæ substantiæ recepto. Hæc tamen actio non sine mollecularum disjunctione fit; unde tenuiores avolant, ac dissipantur ut in lignis solis aut ignis calori expositis, usu venit.

282 Quando sola communicatio calorls in-

tervenit, omnia juxta notas leges peraguntur; calor nimirum à corpore communicante in alterum translatus, ab ipso communicante deperditur, atque adeò minus calidum efficitur, quam antea fuerat: contra verò accipiens calidius fit, suæ *temperiei* (270) adjungens, quod communicans deperdit; donec ad eamdem *temperiem* deveniant, seu in æquilibrio constituantur, ut fluidorum mos est; ac etiam in corporibus motis observamus, tantum decedere communicanti, quantum in motu positum acquirit.

283 Verum si calor adeò augeatur, ut corpus incandescat, tunc actio ignis nulla proportione cum igne communicante observata, crescit eundo; eoque majores exerit vires, quo pabulum abundantius nanciscitur, atque ignis actioni propagandæ latiorem campum aperuerit. Nam caloricum *combinatum* cum aliis substantiis nullum edit signum suæ præsentiæ: at quum ad statum libertatis transit (269), eo majores effectus edit, quo copiosior est quantitas ipsius in libertatem asserti. Neque tamen ob id credideris, ut fautores *phlogisti* asserebant, copiam illam calorici, in substantia comburenda inclusam esse. Corpora enim comburi nequeunt, nisi ad contactum aeris puri (170), quoniam combustio à *combinatione basis* hujus aeris, seu *oxygenii* cum materia combustibili provenit (173): aer autem purus magnam calorici copiam cum *oxygenio combinatam* includit, ex quibus tanquam principiis componitur. Itaque quando *oxygenium* cum materia

combustibili *combinatur*, ipsius *oxygenii caloricum* statum libertatis nanciscitur, perque omnem materiam comburendam debacchatur *calorico* sociatum, quod à corpore exurendo liber relinquitur. Hinc augmentum illud, caloris alias partes combustibilis invadens, easque disponens, ut cum *oxygenio* copulentur, quod aer renovatus continenter subministrat; quæ renovatio si cessaret, combustio non succederet (170), adeoque ab aere major pars calorici disolutionem combustibilis præparantis obtinetur. Hinc *oxygenium* aeris materiæ combustibilis particulis se *combinans*, suum *caloricum* liberum deponit; quod calorem, lucem, flammam abiens circumfundit.

284 Corol 1. In omni igitur combustione aer purus seu vitalis dissolvitur (170), ejusque caloricum libertatem nactum calorem generat majorem, minoremve juxta naturam corporis exurendi. Nam si Lavoisiero, et Placeo fidem habemus, uncia carbonis in combustione 4037, 5 poll. cubicos aeris puri consumit; ac 3021, 1 poll. cub. *gas acidi carbonici* (180) generat. Notandum tamen in combustione carbonis minorem calorem produci, quam in aliis combustionibus phosphoricis seu flammiferis ob productionem fluidi elastici, seu *gas acidi carbonici*, à quo pars *calorici* absorbetur; quod in combustionibus flammiferis non evenit. Nam caloricum ab aere puro relictum, quando ejus *oxygenium* phosphoro ardenti sociatur, duplum cum triente majus est, quam dum *acidum carbonicum* gignitur: quoniam in primo casu 68

unc. 5 drachmæ glaciei à calore funduntur; in altero autem 29 tantum cum 4 drach. glaciei solutæ obtinentur.

285 Corol. 2. Ex his benè perpensis manu ducimur ab definiendum, quænam corpora combustibilia sint, quænam verò ignis actioni resistant. Nam quæ majorem *affinitatem* cum *oxygenio* aeris puri habuerint, seu facilius cum ipso *combinentur;* magis erunt combustibilia præ iis, quæ minorem cum *oxygenio* exerceant affinitatem. Hæc enim corpora recipiendo intra molleculas suæ substantiæ *oxygenium* aeris puri, aque adeò *combinationi* cum ipso resistunt; atque adeò difficilis aut nulla combustio sequatur, necesse est. Quæ autem magnam affinitatem seu dispositionem ad *oxygenium* à calorico aeris separandum, atque intra particulas suæ substantiæ recipiendum, ut cum ipso *combinentur*, habuerint; erunt maximè combustibilia. Ex quo illud etiam profluit supra indicatum, corpora combustibilia non illa esse, quæ phlogisto seu *calorico combinato* multum pollent, imò à similitudine veri non abhorret, combustibilia, ut sulphur, phosphoricæ omnes substantiæ, cetera, parum aut nihil *calorici* continere.

286 Corol. 3. Quoniam omnia ferè corpora in triplici statu *solidi*, *liquidi* seu fusi, ac *fluidi aeriformis* possunt existere (266); trium horum statuum differentia provenit à quantitate *calorici*, cum qua ipsorum molleculæ combinantur. Liquida seu fusa, ac *fluida elastica aeriformia caloricum* præcipuè indicant intra

ipsa contentum; contra *solida* ac *densa* calorici absentiam demonstrant. Eadem itaque probabilitate, qua ostensum hactenus est, substantias aeriformes, atque adeò aerem ipsum magnam calorici copiam particulis ipsas componentibus habere *combinatam*; deducetur etiam solida corpora quantitatem minorem *calorici combinati* includere; eoque minus, quo densiora reperiantur: quæ omnia sequenti § magis elucidabuntur.

§. IV.

De ignis in corpora agentis effectibus.

287 Præcipui, quos hic perpendimus, ignis effectus sunt *rarefactio*, *liquefactio* seu transitus ab solido ad fluidum, ac demum fluidorum aut solidorum *resolutio* in vapores. Qui quidem effectus, si recte loqui velimus, unius ejusdemque effectus diversi gradus tantum reperiuntur. Ac primum quidem omninò ab experientia comprobatum habemus, ab actione ignis corpora rarefieri, seu in majus volumen distendi: quod adeò universalis est ignis effectus, ut veluti characteristica nota ejusdem haberi debeat. Plurimis id experimentis demonstratum apud physicæ experimentalis cultores invenies; verum in thermometris construendis, aut in tubo simili figura conformato, liquore quovis ad quamdam altitudinem repleto hujusce dilatationis manifestum indicium habebis, si tubum in aquam ferventem immit-

tas. Nam simul ac in calidam infunditur, liquor descendit, perinde ac si à frigore in minus volumen contraheretur. Si tubum deinde ex aqua fervente extrahas, contrario motu ascendit ad altitudinem majorem, quam ante immersionem habebat. Horum phænomenorum explicatio apertissima est, si ad rarefactionem ab igne aut calore inductam in vitrum ac liquorem attendamus. Globus enim vitreus (quem subtilem adhibere oportet, ut effectus obtineatur) in calidam immissus, à calorico ipsum intimè invadente, antequam substantia fluidi in ipso contenti ab ignis calorico penetretur, dilatatur, ejusque capacitas major quam antea evadit, ex quo fluidi descensus statim consequitur. Contra verò dum ex aqua tubus extrahitur, in aerem ejus calor dissipatur, unde nascitur ejusdem tubi contractio (273); atque ab hac contractione liquoris ascensus ad majorem altitudinem quam antea habuerat, consequitur; quoniam à calore interim rarefactus, in majus volumen excrescit. Habes igitur et solidi et fluidi corporis à calore dilatationem; cujus effectus causam supra exposuimus (281).

288 Schol. Fluidorum rarefactio major aut minor, tardior aut celerior juxta cujusque fluidi naturam ab observantibus invenitur. Ceterum fluida densiora minus, leviora magis rarefieri videntur ab æquali caloris gradu seu intensitate. Nullam tamen densitatum ratio cum celeritate rarefactionis videtur habere proportionem. Mercurius aqua perquam densior ci-

tius præ illa rarefit. Contra verò ipsa aqua, quæ spiritui vini comparata densior est, tardius ipso rarefactionem consequitur: quod planissimum est argumentum hoc ab fluidorum natura, minime autem à densitatum ratione pendere.

289 Alter ignis effectus est solidorum dissolutio, atque in liquidum, aut in fluidum transmutatio. Patentissima omnibus exempla sunt metallorum fusio, atque ad liquiditatis statum transmutatio, substantiarum pinguium et concretarum ad præsentiam ignis dissolutio, atque alia sexcenta. Neque tamen omnia ab eodem caloris gradu ad statum liquiditatis transferuntur; quoniam substantiæ pingues citius, metalla tardius, ac à diverso caloris gradu resolvuntur; quod à particularum majore aut minore cohæsione provenire videtur. Magnum tamen est discrimen inter fusionem et accensionem seu *incandescentiæ* statum; quod quidem à cujusque substantiæ natura potius, quam à densitatum ratione provenire, perspicuum fit. Stannum quippe et plumbum diù ante liquescunt quam incandescant; aurum et argentum simul ac solvuntur, ignescunt: quod ferrum, ac æs multo tempore antequam liquefiant præstare solent.

290 Magnum etiam in fusione solidorum intervenit discrimen; quoniam alia citius, tardius alia resolvuntur. Quæ fusioni resistunt, tardè quidem liquescunt; at dissolutio eorumdem ferè instantanea est, ut in metallis notatur, quæ admodum liquefactioni resistunt, at-

que interea à calore intimè penetrantur; donec resolutis compagibus à calorico ipsa permeante statim undantia apparent. Quæ autem facilè solvuntur, stratis superioribus liquescentibus, interiora strata ferè *calorico* destituta habent, ob idque tardius ad fusionem perfectam deveniunt; quoniam major caloris pars cum particulis solutis commiscetur, atque adeò gradatim resolvuntur. Si stannum, butyrum, aut ceram in duobus vasibus perfectè similibus in eadem quantitate super eumdem ignem collocaveris; butyrum et cera statim dissolvi incipient, stannum diù consistet: ac fusione stanni incepta, continuò resolvetur, dum ceræ frustulum adhuc solidum fusioni innatabit.

291 Tertio demum fluidum aut materia solida à caloris actione resoluta, si capax sit, ebullit; neque amplius incalescit, etiam si ad longum tempus ad ignem teneatur: quoniam materia nimium rarefacta liberum exitum calorico permittit, interea dum ejus substantia continenter dissipatur, in vaporem resoluta. Quæ quidem evaporatio eo promptior est, quo minus à superincumbentis atmosphæræ pondere gravatur. In vacuo enim tenuissimo caloris gradu aqua in vapores resolvitur.

292 Schol. Dixi modò ab actione caloris substantiam resolutam ebullire, si capax ebullitionis fuerit: neque enim omnia solida in fluidum conversa, aut liquida ipsa ebulliunt ab ignis actione; quod nos ad ebullitionis phænomenon explicandum manu ducit. Certum est, liquida numquam nisi à calore fervescere; ca-

lor tamen solus ebullitionis causa non est; quoniam plura sunt liquida, quæ vehementer calefacta non ebulliunt, ut sunt metalla fusa. In his fluidis, quæ ebullitionem ostendunt, observamus, è fundo bullas sursum versus tendere, quæ substantiam superincumbentis liquidi transcendunt, atque ad superficiem feruntur. Ab his motus ille excitatur, quem fervorem appellamus; quoniam fluidum è fundo ascendens ad superficiem pervenire non potest, quin interpositum impellat, atque adeò fervorem excitet, seu motum intestinum ad superficiem usque propagatum. Hoc fluidum ascendens est pars ipsius fluidi in vaporem resoluta, quæ ob suam levitatem à gravioribus particulis fluidi ad superiora propellitur, atque adeò sursum versus defertur.

293 Neque dixeris idem in metallis liquefactis contingere debere, si dicta tenent; quod tamen experientiæ adversatur testanti, metalla fusa nisi corpus extraneum ipsis infundatur, numquam ebullire. Nam hujusmodi fluida sicca, ut metalla, substantiæ in calcem resolutæ, quæ species fluidi sunt, cet. nonnisi in superficie evaporantur; quare fervorem numquam concipiunt. Attamen si ipsorum fusioni corpus aliquod immisceas, quod materiam ebulliendi aptam subministret; continuò fervent, quia fluidum extraneum in vaporem conversum à fundo ascendens ipsa permeans, ad motum determinat, dum per ipsorum substantiam sursum versus elabitur.

294 Corol. Quoniam fervor à portione flui-

di in vapores abeuntis originem ducit, ebulliendo tandem dissipabitur, ipsius substantiæ particulis paullatim in aerem translatis, ut vaporum omnium mos est. Verum quo copiosius vapores ascendunt, eo concitatius liquores fervent, ac strepitum majorem edunt. Unde si tres effectus hactenus expositi simul producerentur, ita ut momento hoc solidum in fluidum, hocque in vaporem simul abirent, strepitus magnus, seu tonitrum sequatur oportet. Hinc pulveris pyrii, ferri, auri, atque argenti fulminantis phænomena oriuntur; quorum resolutio in vaporem instantanea quum sit, fragorem magnum edit; eoque vehementiorem, quo in angustiorem locum compressa, breviori tempore ignescunt, ac dissipantur. Si enim pulvis pyrius liberum nactus campum accenditur, ferè nullum edit fragorem: tunc enim lentius omnia procedunt: atque, ut ita dicam, prius accenditur, deinde resolvitur, ac demum in vaporem abit momentis interpositis; quin omnes partes simul incendio corripiantur, ut evenit dum pulvis nitratus arctè comprimitur. Ob id etiam pulveres fulminantes, qui è metallis nimium compactis formantur, fragorem magnum edunt; ac præsertim argentum fulminans à Bertholeto non ita pridem inventum, quod levissimo cujusvis corporis attactu detonat; quum ceteræ fulminationes quemdam caloris gradum exigant, ut pulveres in vaporem resolvantur.

§. V.

De modis quibus ignis propagatur aut extinguitur.

295 Notum est omnibus ignem pabuli additione crescere ac latè diffundi, dummodo quæ subministratur materia ipsum non opprimat, communicationem cum aere impediendo, à quo combustionem procedere sæpius possuimus: quare hic tantum applicationem ignis, quam *concentrationem* appellant, atque aeris puri adjumentum considerabimus. Directionem siquidem versus eamdem partem, quam inter modos vim ignis augendi recensere solent, à *concentratione* non differre, quisque facilè animadvertet, si rem attentius perpendat. *Concentratio* enim aliud nihil ignis activitati addit, nisi in angustiorem locum sphæram ejus activitatis constringere, ut ad unum locum tota vis collimet; quod idem præstat sufflatus ad minus spatium flammam dirigendo, unde tanta vis igni sufflato conciliatur.

296 Itaque vis ignis augetur, quando ejus expansio impeditur, atque adeò ad certum spatium vis tota dirigitur, et *concentratur*. Hoc à parvis furnis quotidie experimur, in quibus magno emolumento temporis et carbonis cibi coquuntur, potiones matutinæ præparantur, chemici suas operationes exequuntur, è quibus tot physicæ notiones dimanarunt, ac in dies obtinentur. Aurifices etiam, ac ii, qui *smaltatores* dicuntur, e lucernæ flamma, versus eam-

dem plagam tubo aut folle parvo continenter directa, ignem illum vehementem vitrum solventem obtinent, quibus artefacta sua perficiunt.

297 Demum Lavoisierus vehementissimum ignem aeris puri (161) sufflatu excitare pluribus experimentis comprobavit. Nulla ferè est in natura substantia, quæ ejus activitati resistat. *Platina*, quæ supra vitrum ardens, quod ignem potentissimum continet, imposita vix mollescit, ab igne aere puro concitato perfectè solvitur. Carbunculi orientales, quos vulgo *rubi* appellant, quique acutissimo vitri ignescentis ardori resistunt, ab igne aere vitali sufflato mollescunt, atque in unam massam conglobantur; ita ut è pluribus fiat unum, nulla amissa ponderis nativi parte, neque fulgore nisi tenuiter immutato.

298 Quandoquidem etiam in physicis axioma illud juris tenet; *per quascumque causas res nascitur, per easdem dissolvitur*; ignis extinguetur sublatis causis, à quibus producitur, aut propagatur. Ob id semper observamus, pabulo deficiente ignem extingui: sæpe etiam languet, pabulo ipsi abunde subministrato, nisi folle aut flabello aeris innovatio prorsus impediatur, ut evenit quando operculo aut corpore aliquo imposito communicatio cum aere atmosphærico intercipitur, consumpto aere vitali combustionem promovente, demum extinguitur. Hac de causa aquæ injectione ignis suffocatur, si adeò copiosa affusio sit, ut superficiem corporis inflammati penitus obruat, atque aeris

communicationem cum igne penitus intercludat: quod non evenit quando aqua in modica quantitate adhibetur, quæ statim in vaporem resolvitur. Tunc enim effectum parit contrarium, actionem ignis promovens, atque incendium propagans, ob dissolutionem *bassium* seu elementorum aquam componentium. Nam *oxygenium* aquæ corpori exurenti communicatur; *hydrogenium* autem (184) *calorico* sociatum, gas inflammabile producit; quod statim accenditur, atque incendium latè propagat.

CAPUT SECUNDUM.

De frigore.

299 Frigus tripliciter considerari potest, seu in triplici statu corpora, quæ frigida appelamus, concipere debemus. Aut enim sensationem in anima excitatam ad præsentiam seu contactum corporis frigus inducentis intelligimus; aut statum corporis nostri hanc sensationem patientis; aut demum id quod extra corpus eamdem sensionem excitat. Quod ad animæ sensationes attinet, á commercio corpus inter et animam intercedente provenientes, in metaphysica dicendi locus fuit; neque hic aliud addendum occurrit, nisi id esse frigus in anima, quod quisque sine ulla explicatione satis concipit, quin opus sit longis uti descriptionibus. De causa verò frigus producente, ac de effectu seu statu corporis à frigore inducto, hic nobis disserendum est.

300 Quin de peripateticis arabibus loquamur, qui omnia per qualitates explicabant, ac frigus peculiarem qualitatem hanc sensationem producentem esse dicebant; recentiores quidam, quos doctus Müschembroeck penitus non rejicit (neque enim poterat, si quæ de gelu statuit sustinere volebat), frigus in particulis quibusdam frigorificis consistere autumant, Leucippi, Democriti atque Epicuri placitum renovantes. Cartesius tamen cum suis asseclis, ac plures alii frigus in partium insensibilium quiete consistere putant, quemadmodum calorem in earumdem motu perturbato statuerant. Etiamsi hujusmodi placitum cum his, quæ de igne et calore hactenus tradidimus penitus non congruat, tamen parcè detortum haud ægrè conciliabitur, si particulas salinas nitrosas in corpora frigescentia introductas, à quibus hujusmodi quietem provenire volunt, procul relegemus; quod sequentibus majore in luce collocabitur.

301 Propos. "Frigus à calorici imminutione corpus deserentis oritur; quemadmodum calor à materia caloris introducta generatur." Quare si rectè loqui velimus, frigus est status corporis calori oppositus, qui ordine inverso, ac status calefactionis producitur. Corpus nimirum dum à materia caloris invaditur, ejus partes paullatim distenduntur (281), quod liquefactionis initium est, unde ejus volumen augetur. Atque hic fortassè est ille motus intestinus, in quo calorem statuebant Cartesiani, Monteirus, Altierus etc. qui quidem motus nisi à *calorici* introductione numquam generatur. Contra verò

calorico libero (269) abeunte, partes iterum accedunt, paullatim constringuntur, et constipantur, undè sensatio frigoris oritur in corpore animato à calore ipsius partes deserente.

Quod autem frigus à nullis particulis frigorificis intra corporis poros introductis generetur, sic ostendo. 1. Harum particularum existentia numquam ostendi aut probari potuit. Nam quas credunt prælaudati auctores esse has, non sunt verè frigorificæ; particulæ nimirum salinæ ac nitrosæ, à quibus congelationem provenire credunt, eo quod intra poros introductæ arctè molleculas constringant, atque ad quietem redigant, congelationis causa non sunt, ac proindè neque frigoris; qui status corporis congelatio quædam initialis dici potest. Particulæ enim salinæ, ac nitrosæ, quæ exterius applicatæ congelationem promovent, si in fluidum immittantur, eam impediunt, retardant quidem certè. Mala est itaque harum particularum introductio in corpus, quod frigescit, ac multò minus ab ipsarum constrictione molleculæ illius ad quietem rediguntur. 2. Æstate æquè ac hieme glacies obtinetur; at particulæ frigorificæ minimè tunc adsunt: aliundè igitur quam ab eis frigus enascitur. Quod si à nitro, salibus, glacie, aut nive substantiam conglaciatam circumdante has particulas frigoriferas emanasse dixeris; cur, inquam, liquor ipse, qui funditur, dum alterum conglaciat, frigidior invenitur? Hoc quidem experientia testatur, ac particularum frigorificarum commentum penitus fundit.

302 Corol. 1. Itaque quum frigus seu *frigefactio* aliud nihil quam caloris imminutio sit, in corpore frigescente ordine inverso omnia phænomena ostendi debent, quæ in ipso incalescente, aut inflammato antea edita fuerunt. Hinc 1. Flamma cessat atque in fumum convertitur; evaporatio languescit, sæpè etiam penitus cessat. 2. Substantiæ liquefactæ sensim crassiores evadunt, donec ad pristinum statum restituantur. 3. Volumen, quod prius à rarefactione excreverat, ad terminos suos redit, atque in ipsis concluditur. Quæ quidem omnia si lentè fiant, ac per gradus sensim, ac sine sensu remittant, nulla immutatio in hoc transitu notatur. At si præpropera refrigeratio succedat, pleraque turbantur, ac notabiles in particulis substantiæ concrescentis mutationes inducuntur. Id in chalybe seu ferro purgato incandescente in frigidam injecto, in vasis vitreis extemplo acri frigido expositis, aliisque experimur, quæ fragiliora evadunt, eo quod ipsorum partes non eo ordine restituantur, quo prius erant collocatæ.

303 Corol. 2. *Frigus* est status relativus corporis à majore minoreve caloris liberi quantitate proveniens, quin ullum in natura inveniatur corpus, quod frigidum nullo habito respetu dici queat. Hoc enim esset illud, quod nullum *caloricum* in se contineret, quod quidem in natura rerum reperies nullum. Ex quo plura phænomena explicantur, quæ passim occurrunt. Loca subterranea hieme calida, æstate frigida sentimus, quæ tamen eamdem ferè tem-

periem toto anni tempore observant. Idem in aqua è puteis hausta experimur. Verum hieme è frigidiore aere, æstate ab æstu in ipsa descendimus: atque adeò status relativus nostri corporis hanc parit diversitatem. Frigidiori siquidem aeri expositi eidem de nostro calore communicamus; dum verò partibus externis ob hanc communicationem frigescentibus in loca tepidiora intramus, caloricum in ipsis contentum ad nos transit, atque indè sensationes illæ diversæ proficiscuntur.

304 Ceterum leges, quo transitus hic caloris liberi ab uno ad aliud corpus evenit, non adeò constantes sunt, ut indubitanter statui queant. Hoc unum certum est, ac prima lex esto: "Corpus calore libero abundans, alteri minus habenti de suo participare, donec ad æquilibrium, seu æqualitatem deveniatur." Quanam autem proportione hæc communicatio peragatur, nondum liquido constat. Plerumque rationem densitatum seu *massarum* hujusmodi caloris communicationem sequi, tamquam lex statuitur. Atque indè est, quod metalla, marmor, verbo densiora corpora præ minus densis in contactu frigidiora nobis videantur, quamvis temperies omnium eadem sit, ut thermometro imposito convincimur. Et tamen marmor tangendo frigoris, pannum verò nullam sensationem diversam sentimus, quia densioris marmoris plures particulæ quam panni sub tactum cadunt, quæ *caloricum* à nobis mutuant: panni autem textura rarior quum sit, sensibilem caloris imminutionem non producit.

305 II. Lex. "Verum si substantiæ, quæ ad contactum veniunt, aut invicem immiscentur, ejusdem naturæ fuerint, calidior suum calorem minus calidæ communicat, secundum voluminum proportionem." Si aquæ libra 40 caloris gradus continens libræ ipsius liquoris 30 gradus tantum continenti admisceatur, temperies totius mixturæ erit 35 grad. Videlicet grad. 30 communis caloris, ac dimidium 10, in quo altera alteram excedebat. Eodem modo inveniretur temperies post mixtionem, si plures quantitates diversis gradibus caloris constantes confundantur, ex. gr. si tres libræ aquæ, quarum prima ad 30, altera 20, tertia 10 gradus caloris contineant, simul commisceantur, temperies communis post confusionem invenietur summam colligendo, ac deinde per numerum voluminum eam dividendo 30+20+10=60; qui numerus si per 3 dividatur, quotum dabit 20, temperiem seu gradus caloris indicantem, qui in tribus libris permixtis invenientur.

306 Schol. Non semper in transitu caloris ab uno ad alterum corpus præcedentes regulæ observantur; nisi calor utrobique liber remaneat post communicationem. Nam si pars caloris ab uno ad alterum transeuntis *combinetur*, temperiem corporis, cui sociatur, neutiquam immutat. In glacie, quo tempore funditur, perspicuum id efficitur; cujus temperies, à calore ejus liquefactionem peragente, et cum eadem combinato, minimè immutatur (270), donec integra fusio ejusdem obtineatur. Et tamen glacies numquam solvitur, quin magna pars

caloris è corpore ab ea frigescente ipsi communicetur; ut à liquoribus glacie congelatis documentum habemus (271). Hinc calor combinatus temperiem corporis non immutat, etiamsi magna quantitate in eo contineatur (269). Mirandum igitur non est è glacie, nive grandine, ignem extrahi, ut ope machinæ electricæ hodie jam vulgare est phænomenon.

CAPUT TERTIUM.

De igne electrico, seu electricitate.

Ferè nullum est in physicis argumentum, de quo plura scripta vulgata sint, nec tanta contentione experimenta instituta; quum alioquin vix sesquisæculum ætatis numeret præsens de electricitate tractatio. Non quod antiquis virtus attractiva quorumdam corporum prorsus ignota extiterit, quum in succino seu electro, à quo nomen hujus thematis derivatur, satis ipsa perspecta fuerit; sed quia casu, ut ferè solet in magnis naturæ arcanis, à Gilberto medico anglicano, deinde ab Othone Guerrico, qui machinæ pneumaticæ ut et electricæ prima rudimenta posuit, Boyleo, etc. eadem electri virtus in pluribus aliis corporibus, puta vitro, gemmis, sulphure, detecta fuit. Ceterum etiamsi non obscuræ in Cartesii scriptis animadvertantur electricitatis notiones; ab Othone et Boyleo prima hujus scientiæ elementa tradita fuisse, nemo unus in controversiam adducet. Hauxbeus quidem ineunte hoc sæculo primus in Anglia omnia,

quæ ab decessoribus tradita fuerant, in trutinam revocavit, correxit, auxit, tractatumque de electricitate, quasi novam scientiam conditurus, evulgavit. Magno deinde ardore à Grayo anglo, Du Fay, nolleto, le Roy, gallis, Franklino, americano, Beccaria, italo, aliisque innumeris electricitas culta est: ita ut hodie, qui parvo scientiæ fundo scriptor esse velit, in machina electrica fodinam Guanaxuatensibus ditiorem inveniet, è qua tota volumina implere queat. Nos, qui utilia magis quam curiosa sectamur, quæ rem physicam proprius spectant, selegimus, reliquis prætermissis. Ac primum notionibus præjactis phænomena deinde electricitatis præcipua, tertio auctorum de electricitatis natura sententias, quarto demum electricitatis naturalis cum artificiali convenientiam, quæ hujus tractationis utilior pars est, præscripta nobis brevitate exponemus.

§. I.

Electricitatis nociones præviæ traduntur.

307 Quæ cognoscuntur in natura corpora, in duas classes ab electricitate distribuuntur. Alteram enim à confricatione electricitatis signa continuò edunt, atque *idioelectrica* appellantur: altera confricata nulla indicia ostendunt, accipiunt tamen ab *idioelectricis* excitatam materiam, atque idcirco *anelectrica*, seu non electrica dici consueverunt. In prima classe vitrum, gemmæ, sulphur, gummicopal, resinæ, cera, filium sericum, animalium dentes,

cornua, pelles exsiccatæ, pili, ligna prorsus arida, et quædam animalia viventia, ut torpedo, anguilla surinamensis etc. numerantur: reliqua autem omnia in tribus naturæ regnis contenta, ad secundam anelectricorum classem relegantur; præsertim metalla, quæ omnium maximè electricitati recipiendæ apta inveniuntur, et communicatione electrica fiunt. Porro electricitatis effectus conspicui sunt, ignis quidam seu vapor, qui ex idioelectricis confricatione excitatur, atque in scintillas abit: attractio ac repulsio leviorum corporum, quæ ad alia *electrizata* applicantur: ac demum tenuis quædam aura, quæ à sensibilioribus tactus organis, ut facies: propè idioelectrica admotis percipitur.

308 Aliud etiam insigne est discrimen inter *idioelectrica* et *anelectrica*; quod prima conceptam electricitatem nonnisi ea parte, qua ab anelectricis continguntur, ipsis participant, quin ab eisdem *electrizatis* eam mutuent: contra verò hæc et ab idioelectricis quantam habent recipiunt, et ceteris anelectricis, si proximè ad ipsa accedant, transmittunt. Hinc proprietates illæ prorsus oppositæ, quibus ad experimenta instituenda utuntur physicæ experimentalis cultores: à quibus corpora in segregantia, seu ut vulgo dicunt *insulantia*, et communicantia seu *conductores* distribuunt. Omnia quidem idioelectrica *insulantia* sunt; anelectrica inter conductores numerantur. Notum est ad tentamina corpora *insulari* debere, scabello ex idioelectrica materia constructo et

collocando: tum enim materia electrica in pavimentum aut in alia anelectrica non transit, sed tota in corpore retinetur.

309 Notandum tamen, quædam esse *idioelectrica*, quæ calefacta vix aut nullam electricitatem concipiunt, ut vitrum et succinum: imo quod anelectricorum proprietas est, illam recipiunt atque ad alia corpora transferunt; quum aliunde in statu naturali fricata egregiam vim adhibeant in machinis electricis, ut omnibus notum est. Contra vero alia sunt, quæ ut vim electricam concipiant, ad magnum caloris gradum illa evehere oportet, ut sunt marmor, lapides, ebur, cornu, os, conchæ etc. in quibus benè calefactis et fricatis vim electricam experimur: unde de illa à frigore, hæc à calore idioelectrica fiunt.

310 Electricitatem etiam *positivam* ac *negativam* distinguunt: seu quod rectius dixeris per *excessum* et *defectum*. Corpora, quorum ignis electricus excedit quantitatem illam, quam in statu naturali continent, electrica per *excessum*: quæ autem ab hac quantitate deficiunt, per *defectum* electrica apellantur. Quondam hujusmodi electricitates per *excessum* et *defectum*, *vitream* ac *resinosam* nuncupabant, eo quod corpuscula à vitro *electrizato* repulsa, à resina pariter electrizata attrahebantur, et versa vice. Verum hujusmodi effectus ab electricitate per excessum in vitro repellente, et per defectum in resina alliciente provenire existimant, qui Nolleti duos materiæ electricæ fluxus minimè probant. His addi posset *electri-*

tas *vindex* à Beccaria inventa, ut Jesuitarum Pekinensium experimentum, quod pro duplici contrario fluxu stare videbatur, ad mentem Franklini exponeret. Mathematici è Soc. Jesu Pekini, quæ est urbs imperii Sinensis metropolis, laminam vitri vehementer *electrizatam* supra pyxidis nauticæ vitreum operculum imponentes, mirati sunt acum nauticam ad duas continenter horas, eoque amplius suspensam atque operculo conjunctam à vi attrahente vitri *electrizati* perdurasse, ac demum ad pristinum statum se restituisse. Removentes deinde vitrum electrizatum à pyxidis operculo, en tibi acum fugientem crystallum denuo insectari: quæ si rursus ad pristinum locum restitueretur, acus pariter, quasi ludens, ad locum, unde discesserat, confugiebat. Ut hoc phænomenon unico fluxu retento exponeret Beccaria, pluribus tentaminibus factis ostendit, *idioelectrica corpora in disjunctione, electricitatem in conjunctione deperditam, denuo sibi vindicare:* quod electricitatem vindicem placuit ipsi nuncupare.

311 Schol. Nunc jam notum est electricitatem per excessum et defectum in quacumque materia simul reperiri. Cera obsignatoria *Lacre* ab Hispanis, ab exteris *cera hispanica* dicta, quæ manu, charta, aut lana confricata electricitatem negativam ostendit, si metallo perfricetur, per excessum electrica reperitur. Vitrum politum, quod frictione per *excessum* electricus fit, antequam poliatur, metallo aut serico oleo imbuto perfrictum, *negativè* elec-

tricum invenitur. Hoc etiam insigne est experimentum, tibialia duo serica albi et nigri coloris, (quod pariter de aliis sericis texturis intellige) si confricentur, arctè invicem adhærere, ac proindè electricitates positivam, ac negativam simul contrahere: quod Symerus casu animadvertit, ad postea in reliquis caloribus sericis constanter expertum fuit. In *Lincurio* seu *lapide electrico* Linnæi hujusmodi electricitates simul observatæ sunt. Lyncurium enim vehementer calefactum, quæ corpuscula ex una facie attrahit, ex altera repellit; quemadmodum evenit dum corpora inter resinam ac vitrum electricum collocantur. Permulta alia adduci possent hujusmodi exempla, quæ videbis apud recentes electricitatis scriptores, Nolletum præcipuè, Christianum Wolfium, Beccariam, Cavallium, atque electricitatis novissimum historicum Priestleyum.

§. II.

Phænomena electrica exponuntur.

312 Quum vulgatissima apud omnes machina sit electrica, ad ejus descriptione supersedemus, quam siquis nondum cognoverit incisam inveniet, figura 34 incisam inveniet, in qua D est globus, aut patina vitrea; AB virga ferrea, seu conductor electricus; CDMN catena metallica, qua mediante, globus, conductor et homo HIZ invicem communicant; K est scabellum piceum, vitreum, aut è ligno exsiccato, atque oleo imbuto constructum, ut homo à terra segregetur (308). Nam hoc omnium phænomenorum

primum sit, hominem, aut quodcumque corpus, ni segregatum fuerit, aut *insulatum*, ut vulgò dicunt, nullum édit electricitatis signum; idcirco conductor funiculis sericis TT suspenditur, quæ materia *idioelectrica* est. Quod si 2. quacumque materia *idioelectrica* interposita corpus separetur à pavimento, magnam vim electricam concipit perfricato globo manibus, aut pulvinis, è texturis metallicis confectis, quam in aerem, aut in circumstantia corpora, si propè admoveantur, transmittit, ut in A, P, B, O. 3. Aer siccus est maximè *idioelectricus*, nullamque per communicationem electricitatem recipit, quod Benjaminus Franklinus, bostonensis americanus, de re electrica optimè meritus primus ostendit. Globum enim subereum filo serico suspensum *electrizavit*, centiesque in gyrum per aerem ad modum fundæ circumduxit, un in aerem admissam electricitatem diffunderet. Frustra tamen id tentavit, quoniam post centesimam instar fundæ per aerem circumvectionem, quum jam 2400 pedes aeris traduxerat, eadem fluidi electrici quantitate oneratus inventus fuit. Enimverò si aer humidus fuerit, *anelectricus* fit, atque electricitatis conductor; idcirco humida tempestate machina nulla ferè edit electricitatis signa; quoniam ignis per aerem humidum dissipatur, perinde ac si conductor *insulatus* non esset. 4. Ut aeris resistentia electricæ transmissioni luculentius appareat; in vacuo machinæ pneumaticæ conductor statuitur, tumque eo liberius diffunditur, quo aer magis rarescit, ita ut 80.es plusquam in statu naturali

atmospheræ rarefactus, per totum recipientem ad instar auroræ borealis ignis electricus diffundatur. Observante tamen Morgano, quum vacuum ad summam aeris rarefactionem devenerit, hæc diffusio cessat, ampliusque vapor ille liberè non vagatur. Ex quo deducitur vacuum, æquè ac aer condensatus, aptum non esse ad propagationem electricam. Atque hæc præcipua sunt electricitatis phænomena, quæ ad conductores pertinent.

313 Videamus jam illa, quæ ad attractionem ac repulsionem spectant. Ac 1. *idioelectrica* confricata ex parte tantum confricationi subjecta attrahunt levia corpuscula, quæ in ejus vicinia statuantur. *Anelectrica* verò sine ulla frictione, dummodò *electrizata* fuerint, eadem corpuscula ad se trahunt, corporibus inflammatis exceptis. 2. Hujusmodi attractio in metallicis corpusculis validior est. 3. Ceterum è partibus angulosis, ac prominentibus magis quam è planis fortior attractio obtinetur. Idcirco frustulum bracteæ metallicæ in G (figura 34) conductori ad aliquot pollices admotum, non à superficie plana, sed ab angulis ad conductorem adducitur. 4. Hinc atractioni illicò succedit repulsio, qua corpus accedens post contactum retroagitur, postea iterum accedit, ac repellitur, atque ita deinceps itus, ac reditus alternantur. Ex quo plures jocosæ inventiones ortæ sunt, ut saltationes homunculorum, campanularum alterni tinnitus, ut in *m n* etc. Hinc deducunt auctores, qui duplicem fluxum Nolleti non admittunt, appulsum corporis ab electrizatione

negativa; repulsionem à positiva provenire. Corpus videlicet aliud non attrahit, quod parem materiæ electricæ quantitatem in se concludat; tum enim mutuò repelluntur. Idcircò post contactum ob communicationem fluidi electrici, quod ad æquilibrium tendit, ac citissimè consequitur, statim repelluntur. Postea tamen ob diffusionem ejusdem, corpusculum per defectum electricum fit, atque adeò iterum attrahitur. Quare vires attractivæ ac repulsivæ erunt in ratione densitatum materiæ electricæ in corporibus contentæ. 5. Si electricitas validior fuerit, corpuscula ad contactum non deveniunt, sed à duorum vel trium pollicum distantia repelluntur, obtento antequam ad contactum deveniant densitatum electricarum æquilibrio; in quo statu corpusculum manet suspensum, donec sensim amittat fluidi electrici partem, aut aeri circumfuso, aut aliis corporibus accedentibus illam communicando; tumque iterum attrahitur, post reparatam electricitatis jacturam iterum repellendum. Fieri etiam potest, ut corpusculum in aere suspensum diù perseveret, aut circumducatur in eodem æquilibrii statu, digitum videlicet ex altera parte admovendo; ex quo fit, ut quantum à tubo vitreo, aut conductore electrico vaporis accipit, tantundem in digitum transmittat.

314 Mirabile etiam illud est *cuspidum* phænomenon. Etenim si conductor cuspidatus fuerit, vi maxima ignem electricum effundit, qui ad instar penicilli in aerem erumpit. At si cuspiditatum aliquod corpus præsertim metallicum

conductori ad aliquam distantiam admoveatur, citissimè ipsum igne electrico exspoliat, qui in cuspide in forma puncti luminosi apparebit; quod tempore valdè sicco ad distantiam 8 aut 10 ped. etiam præstabit : quum ferrum non cuspidatum vix ad aliquot pollices ignem alliciat. Hinc concludunt unius fluxus assertores, penicillos igneos signum esse effluentis materiæ, sive electricitatis per excessum ; stellulas, aut puncta flammantia signum electricitatis per defectum ad se trahentis electricum vaporem. Insurgit tamen contra novissimus Brissonius, inquiens, in prædictis experimentis affluxum à corpore non insulato ad conductorem probare sequentia. 1. Si candela accensa in casu prædicto interponatur, flamma aut fumus versus conductorem feruntur ; aut si parvum vas in exiguum siphonem desinens, è quo guttatim aqua deffluat, digito hominis insulati appendatur, ac versus hominem *insulatum* illum extur, ac versus hominem *insulatum* illum extur porrigat, effluxus aquæ acceleratur. 2. Idem contingere, ait laudatus Auctor, si globus sulphureus vitro substituatur in machina ; tum enim in extremitate conductoris in cuspidem desinentis punctum lucidum aut stellula animadvertitur, floccus autem in extremitate catenæ globum contingentis, quod signum est electricitatis negativæ ex parte cuspidis. Atqui, insistit ipse, ventus in extremitate cuspidis, odor phosphoricus, repulsio flammæ, aut fumi candelæ, acceleratio etiam aquæ in vase guttatim illam fundente in hoc apparatu observantur. Stellula igitur aut punctum non est signum

electricitatis negativæ, quum materiam effluentem ex prædictis experimentis procul dubio deducamus. Hæc in antecessum diximus, quæ ad electricitatis sententias pertinere videntur, ne phænomenon prius expositum ex una tantum facie, ut ita dicam, adumbrarem, quin quæ ipsi opponuntur adjungerem: sed de hoc iterum redibit sermo, ubi sententias electricitatis exponemus.

315 Peculiare itidem cuspidibus illud est, quod quum alia non cuspidata ignem electricum non sine aliquo strepitu emittant, qui quandoque in magnum fragorem excrescit pro materiæ appulsæ ac resistentis quantitate; cuspidata ipsum silenter attrahunt, aut remittunt, magna tamen velocitate, ut mos est materiæ electricæ sive crepitu, sive nullo fragore propagetur. Sæpe etiam adhibitis conductoribus è filo ferreo ad duo, vel tria milliaria pertinentibus, aut longa hominum serie disposita, effectus electrici ictu oculi propagati animadvertuntur; quod etiam sequenti phænomeno comprobatum videbimus.

316 Phialam batavicam appellare consueverunt scriptores hujusmodi tentamen, quod anno 1746 litteris Lugduno Batavorum ad Reaumurium à Muschembroek inscriptis primum innotuerit. Cuneus batavus primus fuit, qui in illud nec opinanter incidit, etiamsi ob prædictas litteras nonnulli Muschembroek tribuant. Phiala vitrea tenuis crassitudinis aqua, limatura ferri, aut cupri, mercurio, aut plumbeis globulis ad medietatem plus minusve im-

pleatur; in quam filum metallicum, quod aquam aut corpus introductum contingat, quin ad vitrum perveniat, immittatur, ejusque orificium subere obturetur, per cujus medium filum trajici debet, extremitate è conductore pendente, ut in AL factum vides (figura 34). His ita dispositis, motu globi electricitas excitetur, dum manus L phialam sustinet, deinde altera manus R in puncto *r* filum aut uncum metallicum vel leviter contingat. Statim vehemens percussio in machina animali sentitur: quæ etiam per longam hominum seriem manibus sese comprehendentium diffunditur, si primus phialam teneat, postremus filum percutiat. Quod si vehemens electricitas excitata fuerit, parva animalia, ut avicula, mures, imò etiam pavonem indicum à percussione occisum fuisse, scribit Brissonus.

317 Loco phialæ quadratum vitreum ZOX adhibuit Franklinus, ac Beccaria illustris frankliniane theoriæ electricitatis assertor. Ut autem effectus obtineatur, illud *obarmare* opus est: *armare* autem vocant, quadratum utrinque laminis ex stanno, aut alio metallo paratis munire, ita ut laminæ ad labrum vasis non pertingant, sed tribus saltem pollicibus ab ipso distent. Deinde catena dimittitur, ut in O supra *armaturam* quadratum contingat, et globo circumacto electricitatem concipiat. Hæc etiam *armatura* in phiala batavica locum obtinet, ut copiosior ignis quantitas coacervetur, et effectus major obtineatur. Aucta à rotatione continua ignis electrici quantitate, fulmen, *si licet*

exemplis in parvis grandibus uti, exploditur; vehementi tonitruo, quantum flagellum cursorum edere solet, ac fulguratione satis conspicua editis. In lamina post explosionem albicans quædam semita apparet, plerumque tortuosa, quæ oram armatura denudatam percurrens ad alteram partem defertur. Si digito hujusmodi semita tractetur, superficies scabra sentitur, ab reliqua polita longè diversa; quod vestigium est parvi fulminis vitrum abradentis, quemadmodum et odor sulphuris statim ab explosione in superficie remanens, ut in locis fulmine de cœlo tactis experimur. Hoc tentamen scrupulum injecit Franklino, *ut parvis componere magna solemus*; ne quod in machina quasi ludicrè obtinetur, serio natura in cœlo perageret; ac fulmen nihil aliud foret, quam electricitatis naturalis effectus in nubibus, ut in quadrato arte collectæ: è quibus itidem quum satis ignis electrici gravidæ sunt, qua data porta ignis electricus ruit, ac in terram tonans, fulgurans, atque ea, quæ offendit dejiciens, exoneratur. Observationes postea suspicionem Franklini confirmarunt, nec amplius in dubium vertitur, ab electricitate ejusmodi phænomena derivari. Eam ob rem in numismate frankliniano circum ejus imaginem appositum fuit hoc epigramma: *Eripuit fulmenque Jovi, sceptrumque tyrannis.*

§. II.

Opiniones de electricitate expenduntur.

318 Si, quæ auctores de electricitate opinamenta prodiderunt, attentè pependantur, ferè ad sententias Nolleti, ac Franklini reducuntur. Nolletus, cujus penè antiquatam opinionem novissimè Para, ac Brissonus restaurare tentarunt, duplicem materiæ electricæ fluxum asseruit; alterum AB (fig. 34), qui à conductore ac circumstantia-corpora effluerer, ac idcircò *effluxum* appellavit: alterum affluentem *A, s* ad conductorem, è vicinis corporibus, ut hic ab eo dictus *affluxus*, deperditam materiam restauraret. Royus contra affluxum et effluxum Nolleti singulariter cum ipso decertavit, duorumque rivalium scripta publici juris facta sunt. Franklinus uno materiæ electricæ è conductore affluxu, globo abunde è terræ promptuario illam ipsi suppeditante omnia electrica phænomena exponere tentavit; suppetias ferente Beccaria, quos ferè omnes sequuti sunt qui de electricitate postea scripserunt auctores. Nos expositis prius, quæ de electricitatis natura utriusque sententiæ propugnatores concedunt, in quam partem inclinemus deinceps indicabimus.

319 Prop. I. "Simillimum vero videtur, materiam electricam eamdem esse, ac materiam lucis, et caloris, quarum virtute illuminamur, et in combustibilibus accensionem pro-

ducimus." Inductione assertio demonstratur. Nam igne electrico in tenebris excitato, circumstantia objecta distinguimus; nocturnis coruscationibus, quæ naturalis electricitatis effectus sunt, omnia collustrantur; ac ea, quæ ignis, qua parte è luce componitur (261) præstat, ab electrico vapore obtineri, dubitat nemo. Accensionem, combustionem, calorem pariter ignem electricum producere, experimenta instituta demonstrant. Similiter notissimum est conflagrare vini spiritum, et gas inflammabile (164), et alia, si explosam è conductore scintillam recipiant: metalla etiam fundi, in calcem verti, et quæ huic operationi resistunt in vitrum mutari, obtentum est ab explosionibus continuatis phialæ batavicæ. Demum calorem à vapore electrico induci negabant plerique inter quos Brissonus, qui volumen etiam ab eodem non augeri ab suis tentaminibus deducit. Morganus tamen, quod non potuit Brissonus, feliciter executus est, frequentibus scintillæ electricæ explosionibus collineando in ampullam thermometri, inter duos ligneos globos collocatam, quorum primus conductori adnexus, alter cum solo pavimenti communicabat; atque ita mercurium ad triginta gradus ascendere compulit.

320 Juvat plura alia congerere analogiæ capita, quæ inter ignem vulgarem et electricum intercedunt, ex quibus positionis veritas amplius elucidatur. Etenim naturalis ad æquilibrium proclivitas, per metallorum substantiam facillima præ quam in alia corpora diffusio; aut

etiam per hæc, si madefacta sint, major permeandi facultas, quam dum ipsa arida stiterint, à confricatione item per quam facilis excitatio, vires à resistentia auctæ, cet. proprietates sunt, quæ in igne vulgari et electrico nulla ambiguitate reperiuntur. Fatendum tamen, quasdam notari inter utrumque ignem differentias, quas ab eorumdem diverso statu derivari, pronum est statuere. Quod enim calor in corporibus accumulatus sensibiles edat suæ præsentiæ effectus, dum ignis electricus quantumvis magna quantitate in eadem substantia conclusus, nullum ostendat signum, ex quo ejus activitas dignoscatur; hoc, inquam, ab statu *combinationis* provenire potest, ut de calore *combinato* supra ostendimus (269). Calor tamen, inquies, lentè propagatur, ignis autem electricus velocissimè fertur. At in pulvere pyrio, aliisque accensionibus celerrimam ignis propagationem experimur; quod quidem à diverso in substantiis existendi modo procul dubio emanat. Quod autem ignis electricus aliis substantiis combinatus sit, ex odore sulphureo, aut phosphori urinæ simili, ac variationi colorum, quos dum penicilli evibrantur observamus, non incongruè deducimus.

321 Prop. II. "Expensis utrinque rationibus, quæ pro theoria frankliniana, ac nolletiana adducuntur, sententia Franklini nobis similior vero apparet; unde effluxum et affluxum, seu duos materiæ electricæ fluxus in sensu contrario sibi invicem occurrentes non admittimus." Franklinus quidem è globo terrestri, qui,

omnibus fatentibus, promptuarium est vaporis electrici refertissimum, abundantem materiam suppeditari existimat; qua indesinenter conductor vi confricationis globi oneratur, ac deinde in circumstantia corpora transmittit, si cum ipso communicent; aut in aerem effundit, penicillo igneo emissionem ostendente. Hæc materia è corporibus illam recipientibus, si segregata a solo non sint medio corpore idioelectrico, quod transfusionem impediat, ad universale promptuarium regreditur; unde circulus quidam perficitur, quo fluxus electricus pereniter conservatur. En experimentum quo hypothesis probatur et illustratur. Si machina electrica ita disponatur, ut neque globus neque qui ipsum circumagit, cum terra communicent; postquam rotatione vaporem, quem continebat, in conductorem transtulit, hicque in alia transmisit, nullum amplius electricitatis signum obtineri neque à globo, neque à conductore potest. Quod quidem cœlo maximè sudo fieri debet, ne aer humidus globo ignem electricum tamquam conductor è terra subministret. Verum si exhausto jam igne, catena è conductore ad terram demittatur, statim electricitatis signa comparent, modo tamen inverso, ita ut conductor ad globum ignem transmittat, hicque conductoris vicem gerat. Nimirum tunc electricitas per *excessum* in conductore, in globo autem per *defectum* invenitur, atque idcircò hic ordo invertitur. Idem eveniret si homo cum terra communicans digitum, clavem, aut cuspidem metallicam E, F (fig. 34) conductori

admoveat: tunc enim floccus valdè conspicuus è cuspide ad conductorem emittitur: mutatis autem vicibus conductori cuspidem aptando, ita ut contra se ipsum, qui illam antea ipsi opponebat, convertat, loco flocci stellula apparet, aut punctum lucidum, signum electricitatis per defectum in conductore.

322 Dices tamen. In tentamine hactenus exposito perspicuè apparent effluentis et affluentis materiæ vestigia: itaque Nolleti non Franklini hypothesis est præferenda. R. *disting. antec.* ad modum scholæ apparent simul effluentis et affluentis materiæ vestigia, *neg. ant.* diversis temporibus *conc.* Atque id præcipuè observare oportet in experimentis, quæ pro Nolleti sententia adducuntur; hujusmodi affluxum et effluxum numquam simul occurrere, quod unum est inter utramque sententiam discrimen. Omnes quippe fatentur, electricitate per defectum existente in conductore, ad ipsum affluere materiam è circumstantibus corporibus, quæ in sphæra electricitatis propè accedant. Verum eo tempore nullus à conductore effluit electricus ignis versus eam plagam, è qua illum accipit, ut contendit Nolletus.

323 Insistit tamen ille, duplicem fluxum simultaneum sequenti experimento probare adnitens. Si circum conductorem A B (fig. [illegible]) fila serica *f f* in modum radiorum adnectantur, circulusque ferreus CFF ut in prædicta figura concentricus statuatur, sericis filis pariter instructus, fila quidem conductoris materiæ effluentis signum erectione ostendunt; quæ au-

tem circulo appensa sunt, et oppositam directionem affectant, ignem affluentem luculenter exhibent. R. Hic duplicis electricitatis per excessum, et defectum signa apparent, ex quibus directionum oppositio derivatur. Ni simul ostendantur floceus, seu torrens materiæ et stellula in eodem puncto apparentes, quæ signa sunt effluentis et affluentis materiæ; cetera à prædicta inæqualitate densitatis electricæ provenire, jure sumere frankliniani possunt, quin falsi convincantur.

324 Contendit tamen Brissonus cum Nolleto, stellulam, ac penicillum signum non esse materiæ ab uno ad alterum corpus affluentis; experimentum adducens flammulæ, candelæ, aut fumi ab stellula contra penicillum remissa, ut articulo 314 exposuimus; addensque odorem phosphoricum è corpore, in quo stella apparet, emitti: quare duplex effluvium ex prædicto phænomeno demonstrari arbitrantur. Respondent tamen, qui pro unico effluxu decertant, à ventulo excitato ab influente materia, quam penicillum indicat, in corpus quod stellam ostendit, hanc flammulæ, aut fumi in diversas partes agitationem provenire: quoniam rarefactus aer à materia electrica exeunte, in vortices agitur, ob idque reactione ipsius hæc ventuli directio subsequitur in contrariam partem. Optandum tamen foret, ut hujusmodi tentamina ab solertibus viris instituerentur, nullo pro utraque parte præjudicio imbutis, ne, quod fieri solet, experimenta ad propriam sententiam stabiliendam, sed ad judicium ab ex-

perimentis faciendum, capiantur.

325 Sequentia tamen quasi extra aleam posita statuit Beccaria. 1. Si nec machina, nec conductor separentur, nullum electricitatis signum obtinebitur. Quantum enim è machina mutuat conductor, tantumdem in terram aut contigua corpora transmittit. 2. Si tam conductor, quam machina separata sint, hæc in alterum vaporem suum transfundit, adeoque ab eo signa electrica obtinentur. Exhausto tamen igne accepto, continuo cessant. Quod si machinæ admoveatur corpus *anelectricum* E aut F (fig. 34), dabit signa electrica, ab illis mutuando ignem, quo per *defectum* prius electrizata carebat, quem statim in conductorem transfundit: idcirco accedente manu, penicilli denuo comparebunt; cessaturi, si è machina corpora admota removeantur. 3. Machina tantum solitariè collocata, conductor, qui cum aliis corporibus communicat, nulla dabit signa electrica, ob æquilibritatem vaporis cum corporibus illi adnexis. Contra autem machina abundè hæc signa præstabit, à conductore mutuans electricitatem, quoniam ipsi comparata electrica *negativè* invenitur. Demum omnia versa vice notabuntur, si conductore separato, machina solo communicet, ut in experimentis capi solitis plerumque fit, conductor electricus per excessum, continenter electricitatis signa exhibebit.

326 Restat adhuc experimentum *phialæ batavicæ*, aut *quadrati magici franklinii* ad modum hujus auctoris explanare, nolletiana

explicatione haud prætermissa. Nonnulla in sententia unius effluvii ad hoc phænomenon exponendum præmittuntur. 1. Vitri electricitatem in ea parte, quæ perfricatur, tantummodo excitari. 2. Vitrum ex ea superficiei parte electricitatem amittere, cui corpus *anelectricum* admovetur, reliqua superficie in pristino electricitatis gradu manente. 3. E duabus vitri superficiebus alteram semper *positivè*, alteram *negativè* electricam fieri; numquam verò æquilibrium in ipsis reperiri. 4. Demum vitrum ab electrico igne nequaquam, certè difficillimè penetrari: quod nisi ita foret, phiala nullo modo posset onerari, quoniam vapor per vitrum irrumpens in manum continenter diffluerct. 5. Neque phiala batavica, neque Franklini quadratum humore electrico onerantur, nisi altera superficie cum solo communicante, altera etiam cum conductore communicet. Hinc explosio electrica non obtinetur, nisi si altera superficies cum altera communicet. 6. *Armatura* superficiei ad deferendam vel auferendam electricitatem ex omnibus superficiei *armatæ* partibus usu tantum venit. Quamobrem electricitas tum *positiva*, quum etiam *negativa* superficierum nullatenus *armaturæ*, at vitri superficiei adhæret, ut in quadrato frankliniano *armaturam* mobilem habente, sub manu est observare. Hæc frankliniani, ex quibus flumen electricum oriri deducunt, quoniam interna phialæ capacitas, aut quadrati superficies ab igne electrico inibi accumulato nimium oneratur, ex quo sequitur explosio,

quando ignis adeo est addensatus, ut amplius coacervari nequeat, uti in quadrato: aut quando corpus communicatione electricum accedat ut in phiala. Tum enim magna vi pro ratione accumulatæ materiæ erumpit, atque ignis corpus *anelectricum* intimè penetrans, eos effectus producit, quos parvum fulmen edere potest.

327 Nolletus autem et vitrum ab igne electrico permeari, et ex utroque materiæ electricæ fluxu contrario hujusmodi effectus oriri contendit: ad hocque interno duorum torrentium igneorum conflictu succussionem illam internam in membris produci, quæ vehementer hominis, ictum dantis, pectus, brachia etc. intrinsecus concutit. Brissonus candidè fatetur, difficiles admodum esse horum phænomenorum explicatus, singulumque experimentum pro qualibet sententia exponit. Primum est pro Nolleti fluxibus. Nam si in codice chartæ 12 aut 15 folia continente, tres stanni bracteas, unam in medio, atque hinc illinc duas alteras post primum, aut secundum folium collocaveris, si percussio electrica nimis vehemens non fuerit, stanni bracteas in extremitatibus codicis sitas invenies perforatas, dimidia intacta: quod signum est duplicis torrentis materiæ hinc illinc codicem percutientis. Quodque mirandum magis est, foramina utriusque bracteæ plerumque in eadem directione non sunt, at diversis directionibus incurrise videntur. Pro frankliniana explosione ab una ad alteram superficiem phialæ aut quadrati sequens experimentum adducitur.

rata phiala, ut moris est, ceræ obsignatoriæ bacillo uncus, quo, ex conductore appenditur, sublevetur; atque ad recipientem machinæ pneumaticæ transferatur. Vacuo facto, ignis electricus in phiala contentus, per os vasis diffunditur, atque ad externam *armaturam* parvis jactibus partim curvatur. Quod si superficies exterior phialæ oneretur igne electrico, atque ut prius in machina boyleana experimentum instauretur; vapor ab externa superficie ad internam phialæ capacitatem eodem modo defertur, quin ullum duplicis fluxus signum appareat. Atque hinc est, quod perforatio illa bractearum stanni, modo exposita, ab his jactibus, quorum directiones diversæ sint, quoquo modo explicentur à theoriæ franklinianæ assertoribus. Rem in medio relinquimus, etiamsi propensiores in Franklini sententiam videamur.

328 Schol. Percussionem electricam, qualem à phiala batavica experimur, ab anguillis surinamensibus haberi, refert Josephus Polius, cujus verba ex italo in latinum sermonem translata dabo. Surinami in America meridionali, quæ urbs præcipua in Batavorum colonia habetur, anguilla quædam prægrandis reperitur, *Gymnotus electricus* à Linnæo dicta, ob virtutem in ipsa residentem. "Londini anno 1778 unam ex his observavi, quæ ex pluribus à D. Valhs ex America transvectis, tantum superstes erat.... Ejus longitudo ad duos pedes cum dimidio porrigebatur. Statim ac quivis manus in aquam, ubi alebatur, immergebat; accurrebat illa, ut manus tangeret, ex quo

vehemens concussio in toto corpore oriebatur. Quod si plures, ut in conductore electrico disponi solent, manibus se comprehendentes, quamdam veluti catenam formarent, ac primus et ultimus manus in aquam immersissent, accurrebat anguilla caput uni, alteri caudam adjungens, ex quo in omnes, etiamsi ad 30 modo dicto disponerentur, vehementissimam succussionem inducebat: quod pariter præstabat, quando manibus aprehensas virgas metallicas adhibebant, in aquam infundendo earum extremitates. Pariter si virga metallica ipsi opponeretur, in qua parva quædam incisio in superficie cultro facta, conductorem quodammodo interrumperet, ab uno ad alterum incisionis marginem vivida ignis scintilla evibrabatur: quod signum indubium est, hujusmodi effectus ab electricitate pendere. Ac velut fulmine phialæ batavicæ animalcula experiendi causa occidimus, sic anguilla pisciculos vivos, ad ejus nutrimentum immissos, attactu prius occisos deglutiebat."

329 "Ceterum quod mirandum magis in hoc reptili occurrit, est; numquam ipsum ad duas extremitates accedere, si conductor, seu homines manibus invicem comprehensi, catenationem aliqua parte dissolvant, unde ictum transmittere nequeat. Tentavi sæpius id ipsum experiri, ne casu semel aut iterum eveniret; eo quod mihi prorsus in incredibile, ac fabulis accensendum videretur. Constantissimè tamen idem semper evenire peri-

culo facto, edoctus fui. Nam duabus prælongis ferreis virgis, quamque cuique manui aptando, quin ab anguillà conspici possem, accessi earumque extremitates in aquam immersi, ut conductoris ab uno ad alterum extremum vices gererent. Simul ac anguilla attactum aquæ sentiebat, continuo ad virgarum extremitates accurrebat, ut concussionem transmitteret: quod si antequam ad eas perveniret, unam è manu dimisissem, recedebat; statim regressura, si iterum arriperem. Si loco hominis tubus vitreus, aut ex cera obsignatoria baculus utramque virgam connecteret; nunquam evenit, ut animal accederet electricam suam vim in virgas transfusurum." Hactenus laudatus Poli. In torpedine pisce notissimum est, à contactu torporem quemdam induci, si altera manu dorsum, altera ejus ventrem quis attrectaverit. Idem diversi auctores de aliis animalibus aquaticis memorant. De quodam pisce, quem incolæ *puraque* vocant, in Amazonum flumine Condaminus, ac Brissonetus de *siluro electrico* à naturalis historiæ cultoribus dicto, necnon de parvo pisciculo 7 poll. longo in insula *Joanna* à Peterson anglo detecto, in transactionibus philosophicis anno 1786 memoratur, qui vehementem succussionem electricam illius phialæ batavicæ graviter oneratæ non dissimilem transmittunt. Sed hæc quasi in parvis ludens edit natura, majora electricitatis phænomena ad cœlum transtulit.

Igni corusco nubila dividens....
Quo bruta tellus, et vaga flumina

Quo Styx, et invisi horrida Tænari.
Sedes, Athlanteusque finis
Concutitur.... *Hor. lib. 1. Ode 35.*

§. IV.

De electricitate atmosphærica.

330 Telluris globum promptuarium esse inexhaustum materiæ electricæ, ex his quæ hactenus exposuimus, luculentissimè deducitur: quemadmodum etiam aerem corpus esse *idioelectricum*, constanter resistens propagationi ignis electrici, ab experimentis in machina captis compertum habemus. Quod si aer humidus fuerit, naturam mutat, et conductoris vices gerit, per quem ignis electricus facillimè permeat, ac per atmosphæram abundè propagatur. Id etiam in electricitate artificiali compertum, funes cannabinos madefactos apprimè electricitatem transmittere, quam benè sicci ne recipiunt quidem. Atque inde oritur phænomenon constanter observatum in experimentis electricis capiendis, humente cœlo vix debiles effectus electricitatis obtineri; aere vero maximè sudo, optimè electricitatem procedere. Nam humida tempestate globuli aquei, per totam circumjacentem atmosphæram sese contingentes, conductoris vices gerunt, per quos vapor electricus è terra profluens, continenter avolat ac dissipatur facillimè. Sudo autem cœlo, ignis è terra difluens, ut *idioelectricorum* natura fert, ab aere minimè recipitur, atque adeò omnia corpora *insulata* reperiuntur (308): undè

igne electrico complentur, et conductoris *insulati* vices gerunt.

331 Corol. 1. Itaque serena tempestate, quum aer globum terrestrem circumdans, siccus planè sit, transmissio ignis electrici parum procedit per atmosphæram; ob idque per circumstantia corpora abundè propagatur. Humente autem aere, ignis è terra profluens, per globulos aqueos tamquam per conductores ad superiora conscendit; ubi aerem nactus sicciorem retinetur, atque *insulatur*, adeò ut parvis magna componentes, ad modum phialæ batavicæ concipere possimus, in nubibus ignem coacervari, ab aere *idioelectrico* undiquè retentum. Enimvero si in phiala, quæ ne pedem cubicum spatii complectitur, ignis electricus adeo condensari solet, ut indè erumpens coruscationem, fragorem, ac stragem edat, parva animalia interimens: quid fiet, dum in nube tot milia pedum cubicorum amplexa, abundè congeritur electricus ignis, ac deinde exploditur?

332 Corol. 2. Nam, ut electricitate artificiali observavimus, ignis electricus ad æquilibrium tendit (313): quare si, vapore in nube coacervato, corpus *per defectum* electricum (310) propè nubem accedat, quo atmosphæra electricitatis extenditur, perindè eveniet, ac dum phialæ batavicæ digitus, aut corpus admovetur; explosio nimirum subsequetur, quæ eo validiores edet effectus, quo vapor electricus majore copia in nube coacervatus inveniatur. Nam

. . . . . . maturum tum quasi fulmen
Perscindit subitò nubem, ferturque coruscis
Omnia luminibus lustrans loca percitus ardor;
Quem gravis insequitur sonitus displosa repentè
Opprimere; ut coeli videantur templa supernè.

Lucr. lib. 6, v. 281.

333 Corol. 3. Hinc si fieri aliquo modo posset, ut nubi admoveretur corpus *anelectricum*, quod silenter igne electrico eam exoneraret, per ipsum tamquam conductorem telluri restituendo, quod ab ipsa prius acceperat; haud dubium, quin nubes stragem tunc nullam ederent. Ceterum ab experimentis habemus cuspides metallicas potentissimè attrahere ad se vim electricam, quam nulla explosione imbibunt, atque in alia corpora transmittunt (314). Quare si eo perveniatur, ut nubibus hujusmodi cuspides opponantur, quæ dum supra nos transeunt, ab ipsis derivent ignem conceptum, ut in terram ipsum transmittat; procul dubio nubes exonerabuntur noxio vapore, quin "possint ictu discludere turres, disturbare domos, avellere tigna, trabesque, et monumenta virum demoliri, atque ciere, exanimare homines, pecudes prosternere passim."

334 Schol. Eo, quo nos diduximus filo, theoriam præcedentem videtur derivasse Franklinus (317), qui anno 1752 proposuit tentamen *conductorum* in turribus templorum, aut ædificiorum sublimium, quod eventus *Marliacensis* in Gallia eodem anno 1752 confirmavit, ut refert Plucheus, ac plures alii. Nam

quum in oppido Marly-le-Ville conductor ferreus ad modum Franklini in cuspidem desinens fuisset collocatus, ad eminentem altitudinem in planitie *Maliacensi* provectus, die 10 Maji predicti anni nubes loco imminentes ac horrendam à coruscatione, ac tonitru stragem minitantes, conductori ignem electricum, quo gravidæ ferebantur, communicarunt, in quo signa conspicua electricitatis apparuerunt, quæ etiam illius ecclesiæ parrochus, filo cupreo conductorem attingens, in se derivavit, ex quo et odor sulphureus, et signum percussionis in eo remanserunt. Millies postea hujusmodi tentamina repetita sunt, atque exitus plerumque confirmavit, non inutiliter hujusmodi conductores franklinianos adhiberi, ut scitè exponit Toaldus in opere singulari de hoc themate edito: ubi omnia, quæ ad cautiones necessarias, ut conductores ritè collocentur, aut tentamina capiantur, fuse exponit, ac dilucidat.

335 Corol. 4. Quod si conductor *insulatus* non sit, sed fluxus continuus materiæ electricæ è globo ad conductorem, atque ab hoc in terram statuatur; effectus electrici locum amplius non habebunt (325). En itaque cur humente cœlo à nebula, aut à nubibus ultrò, citròque æqualiter diffusis, effectus electrici, ut fulmina, tonitrua, fulgura plerumque non observentur. Tunc enim fluxus non interruptus materiæ electricæ è globo in atmosphæram, atque ex hac in globum prono alveo descendit: unde nullibi coacervatus ignis electricus sed undique æquabiliter diffusus, placide om-

nia permeat, quin violenter ad æquilibrium restituendum in subjecta corpora irrumpat. Contra omnia eveniunt dum nubes segregatæ per atmosphæram vagantur: nam tunc quasi *phiala*, aut *quadratum* supra memorata, acceptam materiam retinent electricam, postea exoneraturæ in occurrentes, aut subjectas alias nubes, montes, turres, ædificiorum culmina, arbores proceras etc., ut passim æstivo tempore evenire experimur.

336 Schol. Addubitatum fuit, an fulmina quæ plerumque modo exposito è nubibus in terram feruntur, ex hac etiam in atmosphæram exploderentur. Mahon quidem existimat, quod tempore ab extremitate nubium in subjectam, aut vicinam regionem fulmen disploditur, ex altera parte etiam longè distante ictum contrarium, ut in phiala batavica, aut anguilla surinamensi (328) in corpora intermedia dirigi. Pluribus observationibus id comprobari videtur. Eodem fulminis ictu homines, pecudes, aliaque invicem remotissima de cœlo tacta fuisse, pluries observatum fuit. Nonnumquam etiam personæ à fulmine exanimatæ, diligenti indagine in ipsorum corpore facta, omnia membra illæsa reperta sunt, soleis tantum calceamentorum disruptis, qua ictus penetraverat, inventis. Audivi à viro fide digno, in *civitate Regali*, quæ urbs provinciæ *Chiapensis* in America septemtrionali metropolis est, religiosum quemdam virum ex ordine Beatæ Mariæ de Mercede, quum mulæ insideret, atque cum aliis ad portam mercatoris cujusdam ad-

stantibus confabularetur, cœlo sereno, fulmine tactum, cujus vestigie in ventre mulæ cui insidebat disrupto, reperta sunt, explosione etiam à circumstantibus audita. Hujusmodi funesta documenta ab experimento art. 327 tradito, in foliis metallicis extremitates occupantibus, intacto medio, non multum abludunt. Posset enim fieri, ut utrobique eodem esset causa, quæ in magnis æquè, ac in parvis luderet; quin ad duplicem Nolleti fluxum recurrere opus esset.

337 Demum peculiaris convenientia inter ignem electricum artificialem et atmosphæricum à magneticis effectibus ab utroque æquè inductis, planè deducitur. Observatum quippe est conductores electricos, semel ac ignis eos invasit, magneticam virtutem concipere, perinde ac si magnete, ut fieri solet, fricarentur: quod etiam à scintilla electrica è phiala batavica in cuspides, aut acus, nondum virtute magnetica donatas, obtineri compertum fuit. Nam si explosioni scintillæ acum nauticam horizontaliter antequam magnete tangatur, exponas, ita ut ab una ad alteram extremitatem eam ignis pervadat, constanter postea septemtrionem versus convertitur. Quod si denuò extremitatem alteram, quæ scintillæ exposita non fuit, ipsi objicias; quæ prius boream respiciebat, ad meridiem constanter vertitur, quemadmodum etiam ab electricitate naturali *polaritatem*, ut ajunt, sæpius commutatam fuisse in ferro magnetico, observationes habitæ testantur,

338 Schol. Magno æstu apud physicos et

medicos, ut fieri solet, in rebus nobis ferebatur, electricitatem universale fore remedium in medicina, quo penè omnes morbi ab hominum genere depellerentur. Re tamen benè perpensa, post plura tentamina à peritis medicis facta, ad eos tantum morbos electricitatem valere compertum fuit, qui ab humorum condensatione originem ducerent, ut sunt paralysis, humores rheumatici, obstructiones lymphaticæ etc. quæ ab ignis electrici circulatione per intimos organorum canales attenuantur, ac dissolvuntur. Experientia enim notum est, ab electrizatione transpirationem promoveri, plantarum vegetationem accelerari, sæpissimè etiam pulsationes suas frequentius peragere; quod nisi ab interna machinæ animalis, aut vegetabilis concussione fieri non potest, è qua humorum renitentium laxatio obtineri debet, quibus solutis, pars corporis malè affecta, pristinæ sanitati restituatur oportet.

APPENDIX.

DE ELECTROPHORO ET ELECTROMETRO.

Non ita pridem cujusdam machinæ electricæ minoris inventum in lucem prodiit ab illustri physicæ experimentalis in universitate papiensi professore, jam antea honoris causa nominato, Josepho Volta. *Electrophorum* huic machinæ nomen est inditum, cujus prima rudimenta jam ab anno 1762 Wilekius in Suecia creditur edidisse. Est autem *electrophorum* circulus ferreus labro protectus; ut operculum thecæ tabacho servando destinatæ esse solet; cujus diameter ad libitum protendi aut minui potest. Interna ejus capacitas sulphure, aut colophonio liquato impletur, ita ut discum solidum referat, postquam impletum est. Circulus alter ferreus minoris diametri præparatur, qui *armatus* sit oportet minore altero circulo ex stanni folio ad modum quadrati franklíniani: et qui filis sericis, aut manubrio ex materia *anelectrica* suspendi queat, sive, ut ajunt, *insulari*. Ex quo licet conjectare, discum inferiorem vices gerere globi crystallini in machina majore rotantis, et superiorem ferreum circulum *conductoris insulati*, quem moris est in machinis usualibus appendere. Excitatio autem fluidi electrici, quæ in majore machina frica-

tione pulvini ope rotationis obtinetur, hic pelle leporis, cati, aut panno laneo, si hæc ad manum non sint, fricando planum resinosum pariter habetur.

Jam confricato inferiore disco, ac supra ipsum conductore imposito, nullum electricitatis signum ostendunt ambæ superficies machinæ et conductoris: at si pollice inferior machinæ, indice superior conductoris superficies, antequam separentur, contingantur; posteaque sericis filis suspendatur nonnihil ferreus circulus, qui conductoris vices gerit, scintillam projicit digito provocatam, ut phiala leydensis onerata facere consuevit: quæ quidem explosio toties obtinebitur, quoties attactus conductoris et machinæ repetatur. Hac scintilla onerari possunt phialæ leydenses, ac *pistola* electrica Voltæ explodi, ut suo loco de scintilla è majoris machinæ conductore elicita fieri monuimus. Mirandum tamen est, conductorem sericis filis è machinula separatum, nullum electricitatis signum dare, si digitis modo supradicto utraque superficies non contingatur.

Plura de hac nova machina ingeniosè scripta sunt, præcipuè ab Ingenhoustz, quæ in transactionibus philosophicis legere licet. Satis sit hic breviter innuere, utrumque planum tam machinæ quam conductoris electricitate pollere; quæ tamen electricitas in diverso statu in utroque reperitur: ita ut si planum inferius seu machinulæ electricitate negativa polleat, planum conductoris obtinebit electricitatem

positivam, et contra: quod quidem ab iteratis experimentis constare videtur. Unum tantum innuere sufficiat, quod rem maximè conficere videtur. Si duæ phialæ ad modum *bataricæ* phialæ *armatæ*, et conductoribus in cuspidem desinentibus instructæ, scintilla ex plano inferiore seu machinæ educta altera, altera ex plano superiore seu conductoris onerentur, ut fluidum electricum in utraque discerni possit, hæc observare licebit. In prima phiala, scintilla educta ex plano inferiore seu ex machina onerata, stellula supra conductoris cuspidem conspicitur; quod quidem electricitatis *negativæ* signum esse supra monuimus. In altera, scintilla è conductore proveniente onusta, penicillum effluere notatur, *positivæ* electricitatis signum. Quod quidem ut obtineatur, phialæ insulatæ esse non debent.

Verum si adhuc aliquod superest dubium diversi electricitatis status in electrophori partibus, altero hoc experimento in phialis prædictis capto, planè dilucidabitur. Oneratis, ut modo diximus, phialis, cuspidati utriusque conductores invicem approximentur, ut scintilla educi possit; fietque valida explosio scintillæ, phialis exoneratis manentibus post explosionem, quod obtineri non posse, si in electricitatis statu æquali utraque fuisset, ex dictis capite præced. perspicuum est.

Quod si electricitas status in *electrophori* partibus mutare placeat, positivam electri in strato inferiore excitando, negativam in superiore seu conductore, fricare oportet planum

sulphureum seu resinosum panno intrito amalgamate ex mercurio et stanno confecto: tuncque planum inferius *positivæ*; superius *negativæ* electricitatis signa ostendunt, ut *electrometro* admoto experiri licet.

Porrò *electrometrum*, ut instrumentum ad electricitatis gradus investigandos inventum, quod multiplici modo confici potest, ut in lexicis physicis exponitur. Commodior ac simplicior electrometri species est, duplex globulus è medulla sambuci ad ciceris aut nisi magnitudinem, è filo serico pendens, ut *insulatus* sit. Possunt etiam fila linea aut cannabina adhiberi, è virga aut cylindro è materia *anelectrica* confecto, ut vitrum est; addito semicirculo gradibus notato, è cujus centro fila pendeant. Jam si *electrometrum* machinæ aut corpori electrizato admoveatur, ex elevatione fili aut globuli sambucei cognoscetur, quot gradibus electricitatis corpus polleat: aut si duo invicem conferantur corpora electricitate vigentia, è majore elevatione fili aut globuli, quodnam ex illis majore vi polleat, statim dignoscetur.

APPENDIX

DE ELECTRICITATE ANIMALI.

Celebre est in præsentiarum Aloysii Galvanii nobili medici Bononiensis, de electricitate animali inventum, à quo plura naturæ arcana, etiamnum physicis ac medicis prorsus recondita, feliciter explicantur, aditusque patefit, penitiora alia, abstrusaque machinæ animalis mysteria ulteriore indagatione in lucem proferendi. Ut autem plura, quæ tom. septimo Comment. Accademiæ Scient. Bonon. à pag. 363 in suo *Comment. de viribus electricitatis in motu musculari*, aliisque duobus opusculis italice de hoc argumento editis, exponit Galvanius, paucis more nostro comprehendamus, ad tria capita, quæ hactenus inventa sunt, redigemus. Atque in primo quidem ea, quæ ab electricitate artificiali petuntur; in altero autem, quæ ab electricitate atmosphærica experta sunt, ac demum quæ ab ipsius animalis electricitatis sine machinæ artificio, quum etiam atmosphæricis phænomenis minimæ comparentibus, deducuntur, exponemus.

§. I.

De electricitate artificiali in motu musculari.

Si excoriatæ, ac dissectæ ranæ membra constituantur in tabula propè machinam electricam, quo tempore hæc rotatur, scalpelloque crurales ranæ nervos quis contingat, quando è conductore educitur scintilla, continuo omnes artuum musculi contrahuntur, ac vehementes edunt convulsiones; quod tamen minimè observatur, si scalpelli aut cultri vice materia idioelectrica ad concutiendos nervos adhibeatur. Ex quo planum fit, deferens corpus requiri ad electricitatem artificialem è machina ad nervos deferendam. Idem effectus etiam obtinetur, etiamsi longè à machina electrica rana collocetur; dummodò medio aliquo conductore, seu corpore deferente, puta filo ferreo, cum ipsa communicet; sive *insulatus*, quod ajunt, talis conductor fuerit, sive cum aliis corporibus conjunctus; maximè si ranarum pedibus corpus deferens ad terram usque protensum appendatur, aut digitis ranæ membra contrectentur. Quæ quidem omnia æquè procedunt sive nervis, sive musculis hujusmodi defferentia corpora applicentur: majore tamen vì in nervis, quam in musculis phænomena eduntur. Quod si applicato musculis conductore, conductor nervorum cohibente, seu idioelectrica materia intercipiatur, aut ipsius partes disjungantur, educta scintilla nullæ ob-

servantur nervorum contractiones: materia videlicet electrica minimè ad nervos permeante ob corporis idioelectrici interpositionem ipsam cohibentis. Quod pariter in musculis obtinet, si nervis conductore instructis, musculorum conductor materia idioelectrica intercipiatur, aut conductoris partes quoquo modo invicem separentur.

Idem tentamen institutum fuit, præparatum animal in cohibente plano, puta vitreo, collocando, quin nervorum conductor ipsos, aut spinalem medullam contingeret, sed aliquot lineas, aut pollices etiam disjungerentur: contractiones nihilominus edebantur, quod pariter accidit, artubus in deferente plano, nervis in cohibente collocatis, vel his ipsis nervis digitis in altum suspensis, brevi vel longo conductore adhibitis, atque idcircò animali propè aut procul à machina existente. Penitus autem cessabant contractiones, dum nervi, eorumque conductor sejuncti in deferente plano statuerentur. Neque phænomenis edendis ullam moram injecit obductio superficiei conductoris cera, aut materia alia cohibente, extremitatibus tamen exceptis; unde liquit, electricum fluidum conductorum substantiam intimè permeare.

His in positiva electricitate inventis, ad negativam pariter tentandam laudatus Galvanius processit. Itaque primo electricam machinam, et eum, qui ipsam versabat, *insulavit*. Hic manu tenebat ferreum cylindrum, cui ranas suis conductoribus instructas, plano tamen vitreo jacentes, ne quid à vicinis corporibus electri-

citatis mutuarentur, appropinquabat. Tunc qui machinam volvebat, ferreo cylindro è vicinis corporibus scintillam extorquebat, quo etiam tempore convulsiones in ranis edebantur. Quod pariter in *leydensi* phiala tentatum, eadem phænomena exhibuit, perinde atque in machina experta fuerant. Necnon in superficie quadrati magici frankliniani collocata rana, eodem electricitate confluente, atque ex inferiore superficie educta scintilla, contractiones pariter ostensæ fuerunt, sive rotante machina, quo tempore numquam observari desierunt, sive quiescente statim à quiete, minimè verò post diuturnum tempus. Necnon ad animalia viventia suam extendit sedulitatem industrius Galvanius, crurali membro in femore dissecto experimentis subjecto; in quo perinde atque in ranis mortuis, minores tamen prodierunt contractiones: quod quidem animalis viventis resistentiæ hujusmodi molestum motum cohibentis, tribui posset; quoniam injucundam sentationem ab his motionibus electricis generari, omnibus notum est. Quæ omnia in animalibus sanguinis calidi, ut pulli atque oves existunt, tentata, æquè ac in sanguinis frigidi, ut ranæ sunt, nullo discrimine prodierunt.

"At verò, verba sunt Galvanii, nonnulla in hoc experimentorum genere, sivi in calidis sive in frigidis animalibus sunt animadvertenda. Alterum, præparata animalia eo esse ad phænomena aptiora, quo provectiore sunt ætate: item quo magis albi eorum musculi, et sanguine deficiunt. Atque hinc fortè musculares contractio-

nes promptius et facilius excitantur in frigidis, quam in calidis animalibus: habent enim illa præ istis sanguinem dilutiorem, difficilius concrescentem, atque à musculis propterea longè facilius defluentem. Alterum verò, præparata animalia, in quibus hæc electricitatis pericula capta fuerunt, longè citius corrumpi et putrescere, quam illa, quæ nullam electricitatis vim passa fuerunt. Postremo enarrata hactenus phænomena contingere quidem, si fuerint more debito animalia ad experimentum præparata, secus vero deficere. Si enim conductores non dissectæ spinali medullæ, aut nervis, sed vel cerebro, vel musculis apponantur, aut etiam infigantur; vel si nervorum conductores ad musculos usque protrahantur; vel si nervi à circumpositis partibus minimè sejungantur; contractiones vel nullæ, vel admodum exiguæ sunt. Pleraque enim, quæ ex periculis hactenus expositis detecta sunt, huic præparandi, ac sejungendi nervos artificio accepta referuntur.

§. III.

De electricitate atmosphærica.

Priorum erat suspicari, eadem phænomena, quæ ab electricitate artificiali edebantur, à naturali etiam seu atmosphærica productum iri: quare ut intentum obtineret sedulus expertor Galvanius, prælongum filum ferreum in editiore loco domus suspendit, atque *insulavit*, ut tempestate in cœlo coorta, præparatas ranas, aut calidorum animalium crura c nervis ad

ipsum appenderet. Alium etiam conductorem seu filum ferreum eorumdem pedibus addidit, illudque longissimum, ut ad inferni putei aquas usque descenderet, ipsisque immergeretur, quemadmodum in conductoribus ad arcendas tempestates fieri solet. Res autem ex voto, perinde atque in artificiali electricitate, omnino cessit. Quoties nempè erumpebant fulgura, toties eodem temporis momento musculi omnes in vehementes multiplicesque incidebant contractiones; ita ut quemadmodum fulgurum splendor et lux solent, sic musculares eorum animalium motus contractionesque tonitruis præirent, ac de iisdem veluti commonefacerent. Quinimo tantus fuit phænomenorum consensus, ut contractiones contingerent, tum nullo addito conductore, quum etiam altero nervorum minimè *insulato*; eademque licuit observare, conductore in humilioribus locis collocato, ac potissimum si magna fuissent fulgura, aut è nubibus experimentorum loco propioribus erumperent, aut etiam siquis filum ferreum manibus tenuisset, quo tempore eadem fulgura jacerentur.

Phænomenon autem edebatur, sive animal libero aeri pateret, sive fuisset in apto vase inclusum, aut intra cubiculum detentum. Contingebant pariter etsi nervorum conductor nonnihil à nervis ipsis distaret; fulguribus potissimum, aut vehementioribus, aut propinquioribus existentibus: quemadmodum in machina electrica observari solent, scintillis aut fortioribus, aut propius ab animali extortis. Animadversione

tamen dignum fuit, quod non una tantum musculorum contractione in fulgore, ut in extractione scintillæ fieri solet, res absolveretur omnis, sed pluribus sibi mutuò uno veluti temporis momento succedentibus, quarum numerus fragorum quasi numero, quos edere tonitruum consuevit, respondere videbatur. Neque fulguribus modò coruscantibus, sed etiam sæviente cœlo, nubibusque propè elatos nervorum conductores transeuntibus, quasi spontè oboriebantur. Quod quum contingeret, et electrometra haud levia promebant electricitatis indicia, et scintillæ non raro poterant extorqueri ab ipsismet in altum elatis conductoribus. Secus autem contingebat, quum per ejaculata fulgura contractiones obtinerentur; tunc enim scintillæ fermè eliciebantur nullæ, et exquisitiora electrometra vix ullam movebant de electricitate suspicionem. Quæ quidem omnia in animalibus vivis etiam tentata, eodem pariter successu obtenta fuerunt, perinde atque in mortuis edebantur. Mirandum tamen est, à diurnis ac serotinis æstivis coruscationibus nullas obtineri potuisse hujusmodi contractiones; quod non leve indicium est, ut supra jam monuimus, æstivas accensiones aeris aliam ab electricitate causam habere.

§. IV.

De viribus electricitatis animalis in motu musculari.

Longum esset omnia exponere, quæ de electricitate animali minutissimis experimentis

tentata, quove filo deducta sunt à solertissimo viro Galvanio, ut ipse in Commentario supra citato luculenter exponit, quorumque præcipua humanissimè coram me iteravit, manum præbente ipsius nepote Aldinio, in re physica peritissimo, atque Instituti Scient. Bon. publico professore, ut suum de animalis electricitatis circuitu inventum ostenderet, et confirmaret. Quare ea tantummodo, quæ rem maximè conficiunt, more nostro cursim attingemus, quin strenui Voltæ in medium proferamus objectiones contra Galvanium; cujus systema, quum primum amplexus fuisset, ac laudibus ipse Volta cumulasset, deinde ipsum hostiliter aggressus, electricitatem à metallis, animalium nervos aut musculos vel *armantibus*, vel arcum seu conductorem efficientibus, sumi debere contendit. Tot enim à Galvanio tum experimentis, quum rationibus Voltæ opinio impetita est in postremo opere, anno 1797 italicè edito, *Memoria* seu opusculo primo et secundo, ut nullus jam ambigendi locus supersit, in corpore animali, ac præcipuè in musculis electricitatem veluti in leydensi phiala accumulari, è quibus excursus quidam per nervos tamquam per conductores fit, ut ad musculos, veluti ad propriam sedem electricitas iterum restituatur. Enimvero quum indoles propria electricitatis ea semper inventa fuerit, ut excursus materiæ electricæ à parte *positivè* ad *negativè* electricam fiat; atque à fibris muscularibus per nervos ad eumdem musculum in electricitate animali circuitus luculentissimè ostensus à Galvanio sit;

planum est in fibris muscularibus, ut in leydensi phiala, aut quadrato frankliniano in diverso utroque statu electricitatem contineri. Quod quidem à diversis tunicis, quibus musculi componuntur provenire posse, suspicatur Galvanius: quum ex materia gummosa ac nervea musculi coagmententur, atque idcirco per excessum in altera, in altera per defectum contineri queat, ut circuitus ejusmodi juxta electricitatis indolem perficiatur. Ex quo spontè descendit, nervos esse peculiares animalis electricitatis conductores à natura ad hoc munus destinatos; quippe qui ab extremitatibus in intimam fibræ muscularis substantiam sese insinuant, ubi sedes propria animalis electricitatis collocata esse videtur.

Ut autem hujus inventi origo melius percipiatur, ipsius auctoris verbis rem exponam, quoniam ex primo hoc tentamine reliqua veluti spontè fluere videntur, et quisque proprio marte plurima alia tentare potest, quæ ad eamdem veritatem vel confirmandam vel illustrandam manuducant." Dum ipse, inquit laudatus Galvanius, una manu præparatam ranam per uncum ferreum spinali medullæ infixum tenerem, idque agerem, ut pedibus in argentea insisteret capsula, altera verò manu ejusdem capsulæ planum, cui pedibus rana incumbebat; aut ejusdem latera corpore aliquo metallico percuterem, præter spem ranam vidi in contractiones haud leves incidere, et quidem toties, quoties eodem uterer artificii genere. His conspectis, Rialpum rogavi, hispanum virum

doctissimum olim Soc. Jesu socium...... ut ipse adjutricem manum præberet, ranamque, ut ipse antea feceram, teneret, dum ego capsulam iterum percuterem... at præter expectationem contractiones defecerunt: experimentum continuò ut antea atque solus institui, statim redierunt.

Hoc sanè me movit, ut ipse una manu animal, ut antea tenerem, altera Rialpi manum eumque rogarem, ut ipse altera manu capsulam vel contingeret vel percuteret, quo electricæ catenæ species veluti quædam constitueretur: idem statim contractionum phænomenon non sine nostra voluptate, atque admiratione contigit, quod iterum deficiebat, si manus disjungerentur; apparebat iterum, si manus denuò conjungeremus. Deinde voluimus, ut per intermedium aliquod corpus, modò cohibens cylindrum nempè vitreum, modò deferens cylindrum scilicet metallicum, Rialpus et ipse catenam constitueremus. Periculo autem facto, non sine voluptate vidimus, phænomenon adhibito metallico cylindro prodire, adhibito autem vitreo omninò desinere; frustraque aut attingi, aut gravioribus ictibus deferentis corporis capsulam percuti: ut compertum propterea nos habere putaremus, electricitatem hujusmodi contractiones excitare, quacumque demum id fieret ratione.

Verum ut rem in aperto magis ponerem, opportunissimum mihi visum fuit, ranam super cohibens planum, vitreum scilicet aut resinosum collocare: tum arcum modò deferentem, modò vel totum vel aliqua saltem ex par-

te cohibentem adhibere, ejus extremitatem imam unco spinæ (*dorsali*) infixo, alteram aut crurum musculis, aut pedibus apponere. Periculo autem facto vidimus, deferente adhibito arcu contractiones perfici, deficere verò penitus, adhibito arcu partim deferente, partim cohibente. Arcus deferens ex filo ferreo erat, uncus verò ex filo æreo.... Illud autem nolumus prætermittere ad arcus facultatem, ac penè dixerim necessitatem in hujusmodi muscularibus contractionibus demonstrandam quam maximè accomodatum; easdem scilicet obtineri, et haud raró clarius promptiusque, non uno tantum, sed duobus quoque arcubus ea ratione dispositis, ut unius arcus extremitas una musculis, alterius arcus extremitas una nervis admoveatur, duæ reliquæ ad mutuos contactus adducantur, aut perfricentur.

Sed illud præterea admiratione dignum contigit observare, variam ac multiplicem metallicam substantiam, quum ad obtinendas, tum ad augendas musculares contractiones multum posse, et quidem longè magis quam una eademque metallica substantia. Ita ex. gr. si arcus totus ferreus fuerit, aut ferreus uncus, et ferreum item planum deferens, sæpe sæpius aut deficient contractiones, aut erunt perexiguæ. Si verò eorum alterum ferreum, ex. gr. fuerit, æreum alterum, multò magis si argenteum (quod præ ceteris metallis ad deferendum electricitatem inventum est magis idoneum), contractiones continuo et longe majores, et longè diutius prodibunt. Idem contingit una eademque cohi-

bentis plani superficie duobus ab invicem disjunctis locis, folio pariter metallico, sed dissimili obducta, ut scilicet uno in loco stanni folium adhibeas, in altero auricalchi; contractiones ut plurimum longè majores contingunt, quam si uno eodemque metallo ac folio, argenteo licet, fuerit uterque locus obductus seu *armatus*."

Ex hactenus expositis deducit laudatus auctor, quod jam ab aliis, teste Sartis in Psychologia, conjectando magis quam physicis rationibus insistendo, assertum fuerat; fluidum videlicet nerveum, quod motus musculares inducere credebatur, esse verum ignem electricum in machina animali residentem, qui omnia illa præstet, quæ ad motus tum necessarios, quum etiam liberos à fluido nerveo exigi à physicis antea jubebatur. Quum autem ex natura electricitatis excursus fluido electrici haberi nequeat, nisi ad æquilibrium reparandum, seu inter diversos electricitatis status, ut in phiala leydensi, aut quadrato magico evenire supra ostensum manet; pronum est deducere in musculis ac nervis in utroque statu, positivæ scilicet ac negativæ electricitatis eamdem contineri.

Ut autem secretum hoc, quo scilicet loco in statu positivo, quove in negativo electricitas resideret, à natura veluti reluctante extorqueret Galvanius; analogia duce nervos primum, in quibus electricitas magis se prodebat, folio stanni, ut in quadrato fieri solet, eos obduxit; quo facto, musculares contractiones quam

maximè invaluerunt, ut etiam sine arcu, sed uno corporis vel deferentis, vel etiam cohibentis cum *armatis* nervis contactu prodierint contractiones, animalibus recenter præparantis ac vegetis. Quod etiam per duos, tres, ac plures homines catenam veluti constituentes, æstivo præsertim tempore, provectioribus animalibus, pallentibus musculis, atque cæli tempestate imminente evenisse, iterum ac sæpius expertus est. Tentati deinde musculi eodem artificio, non magnum ex eo incrementum contractiones acceperunt: unde diversimodè tentando, id demum compertum fuit, contractiones incrementum accipere aliquod, si tantum musculi, maximum si tantum nervi, aut spinalis medulla, aut cerebrum; vis verò ullum, si tum hæ partes, quum etiam musculi eadem stanni lamina obducerentur, atque *armatis* locis arcus aptaretur.

Prodit etiam contractionum phænomenon, si ranis decoriatis, earumque tubo vertebrali stanni folio obducto, artus postea ab invicem ita cultro dividantur, ut quilibet artus respondenti dumtaxat nervo consutus supersit, tum alter artus ab altero longè removeatur, atque arcus extremitas una eidem vertebrali tubo innitatur, altera musculis vel pedi unius solummodo cruris: moventur nimirum tunc musculi ejusdem dumtaxat cruris, alteris immotis remanentibus. Quod si de industria iidem artus denuo conjungantur, ut ad mutuum contactum deveniant, atque arcus de more applicetur eidem ac antea cruri, contrahuntur mus-

culi omnes utriusque cruris, perinde ac si dissectum animal non fuisset, atque in nativa integritate permaneret. Idem pariter evenit bifariam juxta axem secto vertebrali tubo cum spinali medulla, sectique deinde spinalis tubi partibus cum suis respondentibus nervis ab invicem diductis, artubus verò ut natura fert conjunctis: in contractiones nempè incidunt musculi unius tantummodo artus, ubi una arcus extremitas uni solum ex dictis tubi vertebralis partibus imponitur, altera respondenti cruri. Incidunt verò in contractiones utriusque cruris musculi, semel ac disjunctæ spinalis medullæ partes fuerint iterum arte conjunctæ, et arcus una sui parte cuicumque ex artubus, altera fuerit eisdem conjunctis partibus admotus. Eadem demum contingunt phænomena, sive integro præparati animalis trunco, sive per medium à summo ad imum dissecto, dummodo partes divisæ iterum arte et industria conjungantur, atque ad mutuos contactus adducantur.

Sed nihil ad hujusmodi consensus vires demonstrandas fortè aptius, quam si crurales nervi excoriatione de more in ranis parentur, integraque relinquatur spinalis medulla, integrum caput, atque integri natura et situ artus superiores. *Armato* enim tunc vel nervo crurali, vel vertebrali tubo, atque arcu partim cruralis nervi *armato* membro, partim respondenti artui admoto; non modò inferiores artus contrahuntur, sed superiores quoque moventur; moventur palpebræ, aliæque moventur cor-

poris partes, ut propterea arcus contactu commotum *nerveoelectricum* fluidum maxima quidem parte ab indicato nervorum loco ad musculos confluere, sed partim etiam superiora per nervos petere, ut ad cerebrum usque deferri, eamque in ipsum vim facere videatur, ut aliorum deinde musculorum quacumque de causa motus excitentur.

His aliisque similibus, quæ brevitatis causa mittimus, de electricitate animali à solertissimo Galvanio detectis, nonnullas ipse adjungit conjecturas, et consectaria, ex quibus præcipuas seligemus. Et 1. quidem ex analogiæ argumento pronum est deducere, omnibus animalibus hujusmodi electricitatem insidere, quando in frigidi et calidi sanguinis viventibus semel, iterum, ac sæpius tentata experimenta, eadem exhibuerunt phænomena, quæ hactenus recensuimus. 2. In duplici statu positivo scilicet ac negativo in partibus animalibus electricitatem contineri, ut videlicet excursus ab uno ad aliud membrum, qui electricitatis mos est, obtineatur. 3. Cuinam verò ex præfatis membris electricitas positiva, cuinam autem negativa tribuenda sit, perdifficile sanè est judicare. Autumat nihilominus laudatus auctor, utramque in musculo, ut in leydensi phiala, aut quadrato magico residere: ita ut è substantia musculari exiens, ac per nervos veluti conductores delata, ad eamdem musculi sedem iterum restituatur. In musculis quidem et gummosa substantia et nervea reperitur, in quibus diversimode electricitas residere potest. Nervi

autem et materia deferente, et cohibente etiam coagmentari videntur: ita ut exterior pars oleosa materia referta, cohibentem, ne materia electrica diffluat, ostendat, interna verò cavitas deferendi munus obtineat. Quæ quidem omnia etiamsi conjecturis tantummodo permissa sint, ab analogia tamen et phialæ leydensis et quadrati frankliniani, in quibus hujusmodi excursus ab una ad alteram superficiem manifesti fiunt, majorem lucem accipiunt.

Communes enim qualitates cum electricitate vulgari, quin etiam cum antea cognita animali in torpedine, anguillis, aliisque animantibus tali virtute pollentibus, habere muscularem; compertum ab industrio ac sagaci hujusce inventi auctore, ac demonstratum luculentissimè fuit. Nam 1. cum electricitate vulgari convenit in excursu per metallica corpora faciliore, in delectu brevioris viæ, angulorum, cuspidum etc. in duplici et contrario statu electricitatis positivæ ac negativæ, quo in corporibus semper invenitur. Huc adde diuturnitatem ejus, et constantem musculis adhæsionem, ut communis electricitatis mos est, corporibus adhærere; spontaneam atque exiguo temporis spatio restaurationem, ac demum virium ab armaturis incrementum; quæ omnia vulgaris electricitatis qualitates esse, supra ostensum manet. Ad proprietates quod attinet, quas cum electricitate torpedinis, anguillæ etc. pares habet, manifestissimæ sunt circuitus electricus ab una ad aliam animalis partem, isque per arcum, aut materiam deferentem, ut torpedines et anguil-

læ eamdem transmittere solent: deinde ut nullo artificio, puta frictionis, caloris etc. ad agendum, sive ut excitetur, indigeant, sed solo contactu se prodat: ac demum ejus ad nutum animalis actio promptissima, qua per ejus membra diffunditur, atque transmittitur.

Quod si de fonte animalis electricitatis Galvanio quæstionem moveas, eam in cerebro præparari, atque è sanguine extricari, simile veri existimat; ut inde nervos ingrediens, atque intus per eos excurrens; sive hi cavi sint, sive tenuissimum fluidum deferant è corticali cerebri substantia, ut plerisque placet, secretum; in sedem propriam musculorum, ut ibi resideat, deferatur. Hinc aut spiritus animales, quorum indoles in reconditioribus naturæ arcanis hucusque remanet, est ipsummet electricum fluidum, aut magna electricitate spiritus animales pollent quidem certè.

Ex quo via aperitur ad voluntarios, et præternaturales motus explicandos, quæ si minus certa, et inconcussa haberi debeat, aliquem certe lucem afferet, ad in concipiendum, ac novis tentaminibus perquirendum, quod etiamnum tenebris est involutum naturæ. Nam ad voluntarios motus quod attinet, posset fieri, ut animus mira sua vi aut in cerebrum, aut in quem sibi libuerit nervum, impetum quasi quemdam faciat; quo fiet, ut nerveo electricum fluidum à respondente musculo confertim ad eam nervi partem confluat, ad quam fuerit per impulsum revocatum, unde motus ille sequatur à voluntate imperatus. Nec dissimili modo præ-

ternaturales motus concipere possumus, siquod à voluntate in spontaneis ponimus proficisce, ab alia externa causa electricitatem è musculo excitante oriatur, ut in scintillæ explosione fieri videmus, quæ eam ad nervos excurrere compellat; quemadmodum convulsiones in ranis, aliisque animalibus excitari, supra exposuimus. Sed hæc conjecturis magis, quam experimentis nituntur.

CAPUT QUARTUM.

DE METEORIS IGNEIS.

§. I.

De meteoris frequentius observatis.

339 Inter præcipua meteora ab igne genita, *fulgur*, *tonitrus*, ac *fulmen* recensentur, quorum notiones ab electrico igne derivare pronum est, ex his, quæ capite superiore de electricitate disseruimus. Et quidem fulgur coruscationem illam dicimus, quæ nullo strepitu frequentius editur; etiamsi sæpe rumor ille subsequatur, quem *tonitrum* vocamus ab aeris disruptione proveniens, ut in explosione tormentorum bellicorum sentimus. *Fulmen* autem fulgure, ac tonitruo comitante stragem edit, prout resistentia major ipsi opposita à corpore, in quod impingit, vires suas exercendi copiam facit. Hinc quamquam globi igniti per atmosphæram discurrere quandoque obser-

ventur, qui strages dent longè majores, quam à fulminibus fieri soleant, in fulminibus non recensentur, sed *ignitorum globorum* nomen retinent. Talis fuit ille, referente Chistiano Wolfio, qui è fornace cujusdam pistoris nimium accensa, neque satis ejus spiraculis occlusis, Uratislaviæ visus fuit. Flamma per os fornacis erumpens mediam pistoris barbam adussit, hominem propè adstantem procul disjecit, ligna è regione posita inflammavit, contignationem ædificii quasi terræ motu concussit, ac tota officina lustrata; duobus diffissis parietibus per foramen factum, quod caput hominis reciperet in subterraneum cubiculum descendit, ex quo iterum in pristinum reversus, disruptis fenestræ vitris 25 passibus distantibus, aerem nactus liberum, in modum pluviæ disparuit.

340 Corol. 1. Ex quo id deducere licet, non omnia meteora ignita ab igne electrico originem trahere, ut quibusdam placuit statuere. Etenim præter hujusmodi globos ignitos, qui è terræ etiam visceribus erumpere solent, *ignes fatui*, aliaque, sicca præsertim et calida tempestate observari solita, nullam habere videntur cum electricitate atmosphærica communicationem, nisi illam, quæ inter ignem vulgarem, et electricum intercedit: ut scilicet ignis electricus illa offendens inflammet, ex quo ut eorum fert natura, phænomena edantur, quæ ab igne etiam vulgari obtinerentnr. Certè hujusmodi accensiones à particulis sulphureis, nitrosis etc. in atmosphæra volitantibus, atque invicem collidentibus provenire, nemo inficias

ibit; quemadmodum accensiones in sepulchretis, aliisque hujuscemodi locis à *gas* inflammabili procedere supra monuimus (184), etiamsi ab igne electrico sæpius accendi materiam inflammabilem, non inficiemur.

341 Corol. 2. Profectò fieri posset, ut quæ electricitati tribuuntur phænomena, à *gas hydrogenio* ab igne electrico inflammato, quandoque etiam provenirent. Certè in explosione fistulæ electricæ art. 187 descriptæ, effectus habetur, qui electricitatis mediatus tantum est, quatenus scintillam transmittit, è qua *gas hydrogenium* incendium concipit, undè violenta illa displosio derivatur. Hinc suspicio oriri potest, magna quantitate *gas hydrogenii* ad superiores atmosphæræ partes à sua naturali levitate deferri (188) in naturæ officina elaboratum, quod deindè ab igne electrico superveniente inflammetur, ac juxta materiæ coacervatæ portiones fulgura, tonitrua, necnon fulmina, quandoque displodat.

342 Ceterum plures in meteoris formæ observantur, quin deversam idcircò causam habeant à particulis omnis generis atmosphæræ innatantibus, atque à mutua collisione, aut materia electrica accensis. Stellas cadentes vocamus exhalationes ascensas, quas *videbis præcipites cælo labi, noctisque per umbram flammarum longos à tergo albescere tractus.* Hujusmodi exhalationes si in modum *trabis*, *columnæ*, *pyramidis*, *draconis*, *clypei* etc. dum accendunt appareant, his nominibus donantur; quarum descriptionem à Seneca in QQ. nat. l. 1 videre

licet. *Ignes fatui* in sepulchris, terræ tractibus oleaginosis aut pinguibus, ut est ager Bononiensis, observari solent: qui dum ad eos accedimus, fugere, quum illos fugimus ad nos accedere videntur; idquecirco et *fatui ignes* et *errones* appellantur. Porro accessus, aut recessus hujusmodi ab aeris ambientis antrorsum impulsu, dum accedimus, ac retrorsum dum recedimus, provenire potest. Ab eadem causa originem ducunt *ignes lambentes*, qui in capite, aut jubis animalium conspici solent. Sunt etiam apud nautas famosi *Castor* et *Pollux*, sive penicilli electrici in extremitatibus antennarum apparentes. Quod si unus tantum appareat, *Helenam* dicunt. Nautæ tamen christiani *Santelmum* sæpius vocant hujusmodi penicillos electricos, eo quod præsentem in tempestatibus tutelam ab hoc Sancto votis non irritis invocare consueverunt.

§. II.

De aurora boreali.

343 Phænomenon hoc in regionibus Zonæ torridæ subjectis frequentissimum, in temperata Zona rarum, in frigida ferè quotidianum, novam in physicam ab elapso sæculo induxit tractationem; quæ non minus, quam præcedens de electricitate, auctores in varias partes distraxit. Verum prius Auroræ borealis descriptionem tradere oportet, quam diversas physicorum de hoc meteoro referamus sententias. Porro *borealis auroræ* nomen ideò huic phænomeno in-

ditum est, quia observatoribus in Zona temperata degentibus, à boreali plaga ferè semper apparet; quod frigidæ regionis incolis ad omnem ferè cœli tractum se conspiciendum ostendit. Auroræ borealis descriptionem fuso calamo traditam Muschembroekius cap. 40. Elem. phys. exhibebit iis, qui prolixam de hoc meteoro notitiam adamaverint; nos breviore stilo rei summam exponemus. Itaque post solis occasum in hemisphærio boreali, nubes quædam albicans aut subnigra apparere solet, tempore quo edendum est hoc phænomenon; cujus limbus superior arcuatam formam plerumque affectat, aut horizonti parallelam, longitudo ad ortum et occasum protenditur. E nubis superiore limbo syrmata quædam, vel columnæ, aut virgæ derivantur, diversis directionibus ad horizontem inclinatæ, quædam etiam perpendiculares, fulgidæ, coruscantes, aut etiam intermortua luce pallentes, quasi ex nube vibrarentur. Nonnumquam tamen æquali luce pars septentrionalis fulget, ad rubeum colorem deflectens, ut primo crepusculo matutinæ nubes radiis solaribus leniter percussæ ante solis ortum apparent, quod phænomeno *auroræ borealis* nomen conciliavit, eo quod et mitem auroræ lucem imitetur, et ad boream plagam se conspiciendam exhibeat. Ceterum infrequentes meridionales auroras non esse in regionibus circumpolaribus, ut in meridionali Zonæ temperatæ plaga, testis est Maximilianus Hellius, Astronomus Cæsareus, de quo postea nobis redibit sermo, quum ejus de hoc phænomeno sententiam exponemus. Meri-

dionales auroras rarissimè hucusque in Belgio, Germania et Gallia conspeximus, inquiebat Muschembroekius, quæ tamen minus insolentes in Lapponia et Moscovia sunt: apparuerunt tamen annis 1704, 1734, 1741.

344 Duratio hujus meteori varia est; integram noctem interdum cœlum tenet, quandoque etiam ad plures continenter noctes se conspiciendum præbet; dum aliàs vix paucas horas, aut etiam minuta perduret, ut tertis est laudatus Muschembroekius. Et hoc quidem in controversiam venire non potest, quum res ejus naturæ sit, ut oculos habere sufficiat, ad eam definiendam. Non ita evenit in altitudine lucis borealis, quæ in varias secuit physicorum opiniones, prout quisque partibus suis favere posse suspicatur meteori altitudinem. Boschovichius et Mako ad 800 ferè milliaria lucem borealem elevari contendunt, eo quod Ulyssipone, Gadibus, Romæ, Petropoli eodem tempore suspecta fuerit, die videlicet 19 oct. 1726. Et quidem horum mathematicorum profusi calculi intentum obtinerent, si lux borealis sidus quoddam esset, quod ab his locis simul observaretur. Quid si asseram vaporem fuisse per totam Europæ atmosphæram latè diffusum? Ex eo ne quod eodem tempore in his locis iris viseretur, rectène deduceres, idem meteoron esse, quod ubique conspicitur? "Hujus phænomeni (auroræ borealis) sedem, inquit Jacquierus, in atmosphæra nostra collocant physici omnes; et quidem ut alias prætermittam rationes, plurimis observationibus compertum est,

easdem auroras boreales in duobus locis licet parum distantibus non eodem tempore visas fuisse; quod quidem certissimo est argumento tales auroras non multum sublimes fuisse, et in atmosphæra nostra sedem habuisse. Hujus phænomeni (auroræ 1726) altitudinem ex illius parallaxi investigarunt celeberrimi mathematici: at fatendum est, non satis tutam esse hanc methodum. Et quidem non constat, auroram borealem à diversis locis observatam, esse eamdem ipsam lucem, quæ in eodem cœli loco fixa hærebat; quod tamen fieri oportet ad definiendam phænomeni parallaxim, ac proinde et illius altitudinem." Phys. part. sect. 4, cap. 2.

345 Majus adhuc dissidium in assignanda causa hujus meteori apud scriptores reperies. Mairanus, cui subscribunt Mako et Paulianus, à particulis atmosphæræ solaris (Phys. Gen. 517) atmosphæræ terrestris particulis permixtæ, provenire contendit. Quando nimirum ingens atmosphæræ solaris massa sic ad tellurem appropinquat, ut magis jam ab ipsa, quam à sole trahatur, cadit versus terram, quo lapsu variè cuncussa et congesta, ignem interdum concipit, lumenque latè spargit: plerumque tamen antequam inflammetur decidit, versus polum viciniorem defluit, tum propter vim centrifugam motus diurni, quæ circa æquatorem vehementior est; tum quia aer ibidem rarefactus attollitur, et ad polos fluens, massam illam solarem secus abripit, quæ illic congesta, facilius effervescit, idque vel in altissima adhuc regione, vel in aliqua humilliore, ad quam addensata

jam et aeri frigidiori permixta, sensim subsidit. Hæc autem accensio haberi fortassè potest etiam à vapore electrico, sicuti intra atmosphæram nostram oriuntur fulgura et fulmina, ajebat Mako, sententiam suam exponens, Phys. G. sect. 6, cap. 2.

346 Eulerus nihil cum atmosphæra solari commune habere meteoron auroræ borealis existimat; at ex atmosphæræ nostræ particulis radiorum solarium percussione agitatis profisci asserit. Muschembroekio, à quo non dissentit Para, videtur, materiam hanc ex terrestri plaga saptentrionali expirare nunc copiosius, quam ante an. 1726, quia fomes ejus à terræ motu apertus erit, undè eo consumpto, forsitan hæ auroræ silebunt. Elevatur perspiratum hoc in altum componens nubem unam, pluresque, quæ supra varias regiones feruntur, nec acceduntur, priusquam alteri ocurrant materiæ, quacum effervescentia calida et ignivoma effervescunt, quales plurimas nostris temporibus ars detexit. Si igitur ope venti aquilonaris, nubes ex materia auroræ constans à septemtrione, natali quasi solo, ad alias regiones deferatur, atque occurrat exhalationibus per aerem dispersis, quibuscum effervescere possit, ea sui parte, qua exhalationibus occurrit, accendetur, hoc est in parte australi; quamobrem ab spectatore australius posito videri poterit ardere, huiusque respectu lumen in plaga septemtrionali, et phænomenon boreum erit."

347 Alii cum Franklino et Beccaria, quæ vulgatior hodie est sententia, hoc phænomenon

à materia electrica provenire non dubitant. Nam quum vapor electricus quocumque diffundatur, particulas vaporum terrestrium omnis generis simul permixtas inveniens, eas invadit, diversos electricitatis gradus communicat, ex quo omnes effectus deducere licet, quæ in aurora boreali animadvertimus. Etenim 1. Calore solis intra tropicos aer rarefactus elevatur, atque ex fluidorum æquilibtio aer densior vicinarum Zonarum in rarefactum Zonæ torridæ incumbit, ipsumque vaporibus oceani onustum ad ascensum, ac relapsum in polares regiones compellit, electricitatem *positivam* vaporibus polaribus *negativè* electricis communicaturum. 2. Nubes auroræ genitrix è vaporibus septemtrionalibus coalescens, à vaporibus meridionalibus occurrentibus electrica fit; idquecircò à superiore limbo albescere incipit, atque flagrare: quæ coruscatio parti subobscuræ deinceps communicatur. 3. Syrmata, columnæ, virgæ, quæ in parte suprema nubis conspiciuntur, electrici jactus sunt è parte electrica meridionali in borealem delati, ad æquilibrium electricum statuendum. 4. Nonnumquam electrico igne ad contiguas nubes sub horizonte latentes delato, pristina obscuritas nubis iterum restituitur, accendenda post novum incursum materiæ electricæ è meridionali plaga supervenientis. 4. In aurora boreali Londini, die 19 Martii 1718 observata, globo ignito centrum meteori propè horizontem occupante, observatæ fuerunt, creberrimæ coruscationes, ac detonationes, quasi phalangis scopletis pugnantis, quæ à longè

exaudiretur; quod manifestum indicium est scintillarum electricarum, ut in machina electricitatis artificialis conspiciuntur. Quæ tamen scintillæ in fulmen abire in magna illa aeris raritate non poterant, quoniam in sublimi altitudine supra nubes phænomenon apparebat. Plura alia analogiæ capita inter electrica, et lucis borealis phænomena persequitur Beccaria, ut franklinianam theoriam suffulciat, quæ ex dictis facilè deduci possunt.

348 In eadem de electrica causa ad auroras boreales extendenda sententia fuerat Maximilianus Hell, Astronomus Cæsareus, quum florente Societate Jesu, è cujus familia erat, ad observandum transitum Veneris per discum solarem in Fimmarchiam missus fuit anno 1769, annumque ferè integrum inibi plerumque in Insula Vardœbus commoratus fuit snb lat. 70. gr. cum dimidio, ubi suas observationes instituit; ex quibus franklinianæ theoriæ valedicens, novam hæresim condidit. Summa rei hæc est; auroras boreales phænomenon esse opticum, ut *halones*, *parhelia etc.* à lucis reflexione ac refractione radiorum solis et lunæ proveniens. Materia autem lucis boreæ, inquit Horvathus, calculo Hellianæ opinioni adjiciens, sunt particulæ vaporum conglaciatæ, variè figuratæ, politissimæ, inæqualiter densæ, leviusculæ, aeri innatantes, motu quovis aeris mobiles, condensabiles, dispergibiles etc. Rationem dat (Hellius); nam observationes allatæ evincunt sane, materiam lucis boreæ Vardœhusii comparere solitæ, eamdem omninò esse cum ma-

teria nivium. Quod quidem non vult sic accipi, quasi materia lucis boreæ essent ipsæ nives *actuales*, seu flocci majores nivium, prout hos ex atmosphæra delabi experimur; sed prout materia lucis illius habet particulas conglaciatas variæ molis, ac figuræ, non quidem prorsus insensibiles, adeò tamen minutas, ut earum plures requirantur vel ad unius flocci compositionem.... Lux, quæ in phænomenis auroræ borealis cernitur, quædam habetur à radiis solaribus, alia à lunaribus; sæpius à radiis utriusque sideris simul. Pro ratione adducit eam connexionem auroræ borealis cum sole, vel cum luna, vel cum utroque sidere, quæ ex phænomenis allatis manifestè elucet. Phys. partis. 4. cap. 4.

349 Porrò phænomena allata ab Horvath ex Hellii observationibus, quibus à solis, ac lunæ radiis illuminationem auroræ borealis provenire demonstrat; præcipuè à directione illustrationis desumuntur, quæ semper ductum utriusque planetæ sequi videtur. Quod ad solem attinet, mensibus decembri, ac januario, quibus sol ferè semper infra horizontem versatur, arcus lucis borealis constanter in hemisphærio australi, et quidem versus meridiem apparet, atque adeò humilis despicitur, ut vix 10.um grad. transcendat, rarissimè autem ad ulteriores gradus progrediatur. Quod si arcus iste radios, columnas, et quasi fumos vibrare, ut plerumque fit, cernatur, hi tamquam ex centro infra horizontem latente, ubi propè sol versatur, produci animadvertuntur. Et hæc quidem,

quæ ad solem attinent, suo modo etiam lunæ conveniunt: nam lucis boreæ planum per lunam infra horizontem constitutam transit, ac motus arcus auroræ lunæ motum sequitur, cujus centrum discus lunæ occupat, ita ut luna horizontem ortivum tenente, radii arcus ab orientali plaga prodire cernantur, idemque de occidentali plaga dictum habe. Demum interdum bini aut plures arcus ad plagas oppositas constituti cernuntur, quorum lucis directionem, si attentè examinaveris, quorumdam inveniens transire per lunam, aliorum autem per solem: quod quidem verum est, aut utroque sub horizonte demerso, aut sole infra horizontem, luna apparente, aut contra evenire contingat. Quæ quidem omnia adeò constantia sunt, ut lux borealis sub quavis alia figura apparens, è loco solis, et lunæ facilè internoscatur, *utrum cum sole, an cum luna, vel cum utroque sidere cognectatur*, inquit Horvathus: quid nos?

350 Neque franklinianam theoriam contemnimus, et Hellianam admittere non dubitamus. Nam *alterius sic altera poscit opem res, et conjurat amicè*, ut neutra sine alterius ope phænomenis satisfacere videatur. Hellii enim observationes invictè probant, auroras in circumpolaribus regionibus tam arcticis, quam antarcticis (quoniam commune utrisque debet esse meteoron) è nubibus vaporosis à sole, aut luna vel utroque simul illustratis, originem ducere. En conceptis verbis ipsius Helli, ex quo transcripsit Horvathus meteori descriptionem. "Dum noctibus serenis et innubibus, attamen

ut in Zona temperata dicere amamus, vaporosis, fixarum observationibus incumberem; evenit primum quidem, die 11 januarii, nihil tale opinanti, dein verò hac docto experientia diligentius invigilanti, etiam sequentibus mensibus februario, martio, cum primis luna præsente, ut exortam lucem borealem in hemisphærio, in quo altitudines fixatum observabam, primum quidem debilem, fumo densiori non absimilem, sparsam per cœlum conspicerem. Dein quasi turbine in motu concitata materia in una cœli plaga à nubibus libera congregabatur, luce augebatur, atque ita condensabatur, ut mihi fixas per tubum contemplanti visui eriperet: paulò post materia hæc reddita gravior, è superiore aere in inferiorem motu intestino admodum sensibili descenderet, inque forma copiosarum nivium *lucentium* jucundo sanè spectaculo prolaberetur; totamque insulam novis contegeret nivibus. Mirum hoc phænomenon non una mihi visum est vice, cœlo ut dixi á nubibus libero; sæpius autem observaveram materiam lucis boreæ cœlum universum occupantem, à ventis agitatam, atque in nubes condensatam post unam, alteramve horam in forma nivium prolabentem; sæpissime verò horis aliquot post agitationem lucis boreæ in copiosas resolutam nives. Nec mihi quisquam tamquam minus cauto observatori impositum putet, dum fortassis à ventis è superficie terræ in altum elatas nives, aut aliunde à vicina nube delatas, et durante luce boreali prolapsas pro materia lucis boreæ habuerim. Nam 1. animadvertisse

velim, palmarem hujusmodi errorem cadere tantum posse vel in hominem rudissimum, omnisque scientiæ naturalis prorsus expertem, vel certè in observatorem naturæ minus exercitatum, neque ad omnes circumstantias satis oculatum, quæ num in me cadere possint, iis dijudicandum relinquo, quibus scripta mea ignota non sunt. 2. Si phænomenon hoc unica dumtaxat vice contemplatus fuissem, suspicioni fortassè locus esse posset, mihi utpotè homini errori obnoxio imponi potuisse: at quum mihi rei veritatem ardenter, et scrupulosè quærenti.... idem phænomenon sæpius visum sit, nou arbitror futurum aliquem, qui mihi naturæ arcana veluti ex insidiis jam aliàs assecuto, tantam in observandis naturæ phænomenis aut oscitantiam, aut cæcitatem tribuere velit."

351 Verum auroræ circumpolares nullum edunt electricitatis signum observantibus Picteto, ac Malleto; qui dum in Lapponia observandi etiam transitus Veneris causa commorarentur, nullum electricitatis ab auroris borealibus ferè quotidianis signum extorquere potuerunt; aut in acu magnetica variationem observarunt. Enimvero in nostris auroris borealibus electricitatis phænomena sæpius animadvertuntur (347): quæ subinde etiam in sonoras detonationes, scintillias, cet. abeunt; ita ut quæ velut monstrat exercituum in aere præliantium, à Lycosthene, Gemma, aliisque memorantur, plùries in cœlo visa; puræ sint auroræ boreales, in quibus electricitatis effectus copiosius, ac luculentius apparuerint. Quamobrem aut dicen-

dum auroras circumpolares alius prorsus generis esse, quam zonæ temperatæ, etiamsi apparentiæ quam simillimæ sint; aut ratio adducenda, cur in solo nativo minimè electricæ auroræ reperiantur, quæ alio translatæ conspicua edunt electricitatis phænomena?

352 Ego quidem sic existimo: auroram circumpolarem esse quidem materiam illam nostris auroris fomitem ministrantem; dum tamen regiones circumpolares non prætergreditur, sæpius in meteoris lucidis aut potius aqueis, ut sunt halones, continetur. Quod si è polaribus plagis ad meridionales hæc materia casu aliquo deferatur, eo modo, quo supra dictum est in theoria Franklini; electrica redditur; ex quo phænomena reliqua ad electricitatem pertinentia in ipsa derivantur. Atque hoc autumo perspiratum illud esse Muschembroekii (346), quod in altum elevatur componens nubem unam pluresve, quæ supra varias regiones feruntur, nec accenduntur priusquam alteri occurrerint materiæ, quacum effervescentia calida et ignivoma effervescunt.... Si igitur ope venti aquilonaris nubes ex materia auroræ constans è septemtrione natali quasi solo ad alias regiones deferatur, aut occurret exhalationibus per aerem dispersis quibuscum effervescere possit, ea sui parte, qua exhalationibus occurrit, accendetur.... Quoniam autem exhalationes non prius accenduntur, quam quum aliquantum permixta inter se fuerunt, et nubes à parte borea longo extensa tractu plus resistit, quam à parte australi in cujus superficie, vel saltem anteriori parte per-

mixtio contingit, explosio effervescentis, et incensæ materiæ fiet ab hac parte, adeoque à septemtrione ad austrum, variisque directionibus, nunc sursum perpendiculariter, nunc parallelè ad horizontem, nunc infra soli parallelismum: hinc ab erumpente materia portas sibi parante, columnæ sive virgæ lucidæ earumque situs varius respectu horizontis et directiones utcumque ad zenith spectatoris. Prout quoque alterius generis exhalationes cum effervescentibus simul permisceantur, color virgarum differet, nunc albam hæ referent lucem, nunc rosei coloris, nunc rubri, nunc flavescentis. Et an non nubes aurorifera horizontis respectu, aliquandiu stare poterit, si æquali vi a borea prematur ad australem quamcumque plagam, quum australes venti ad ipsam pelluntur?" Habes Muschembroekii verbis expositum phænomenon, ac ferè omnes in speciem rivales sententias amico fœdere in unam non invitè coalescentes. Quot litterariæ lites, ac simultates vitarentur, si loco contemptus, et conviciorum, alma pax conciliationem iniret, vias quærens, quibus pugnantes opiniones invicem accederent? Sanè si de opinione Helliana ego scripsissem, "Systema 2, Physici alii temere protulerunt, auroræ borealis originem esse meteorum lucidorum, ut iridis, et halonum originem consimilem à solarium radiorum scilicet reflexione in nivibus, et in gelidis borealibus nubibus oriri. Confutatio. Sententia hæc labilis ne confutatione quidem digna est" : nonnè bilem Hellio, et cum eo sentien-

tibus movissem, atque in me stilum merito stringerent, ut meam petulantiam retunderent?

353 Verum audiamus, quæ in confutatione Hellianæ opinionis Para adducit. 1. "Fumi, et flammarum vortices, qui sæpius in aurora boreali conspiciuntur, satis indicant in meteori hujus materia intimam inflammationem esse: perperam igitur inter meteora tantum lucida, à quibus inflammatio abest recensetur. "R. Huic objectioni satisfactum est in adducta modò conciliatione, ex qua et electricitas meteoro conceditur, neque materia phænomenis lucidis propria denegatur. Contendetne laudatus auctor, electricitatis esse incapacia meteora lucida? Non puto. 2. "Aurora borealis in ferventissima æstate aliquando ad boream apparet, cum scilicet in borealibus regionibus nullæ jam fermè nives sint, aut nubes gelidæ, nullæ plures quam in australibus sint." Respondet Hellius: "Nullus in anno mensis, mensibus etiam junio, julio, et augusto non exceptis, quo regiones hæ nives ex atmosphæra deciduas non experiantur aliquando." Addo etiam ego, quod vidi anno 1789 dum Genuæ commorarer: præfatis mensibus ventus boreas tribus saltem vicibus (*ut Furius*) *hybernas cana nive conspuit Alpes* Allobrogum: quod ex editioribus Genuæ locis conspiciebatur. 3. Meteora lucida "numquam ultra unam, aut alteram leucam attolluntur, rarò quoque ad dimidiam, aut ad quartam à terra leucæ partem: nequeunt igitur ad magnam distantiam in atmosphæra conspici; tunc enim aut ex distantia evanescunt, aut sub horizonte la-

tent. Contra verò aurora borealis ad magnam elevationem assurgit, et aliquando ad magnam in atmotphæra altitudinem apparet, etiam distantibus leucas ducentas aut trecentas. Non ergo ejusdem cum meteoris lucis naturæ est." R. Gratis asseri altitudinem auroræ borealis ad tot leucas elevari, Jacquierii, Muschembroekii, et aliorum testimonio possuimus (344). Quod si in statu meteori lucidi, ac nondum igniti, dum in regione circumpolari materia versatur, ad exiguam altitudinem elevari concederemus; minimè ex hoc deduceretur, hujusmodi materiam electricam factam, sublimius attoli non posse. Denique ex eo quod aliqua meteora lucida ut iris et halones, humiliora appareant, perperam lex generalis pro reliquis statueretur, in inferiore atmosphæra sedem habere oportere. Sed hæc hactenus.

DISSERTATIO IV.

DE AQUA, ET DE IIS QUÆ AD AQUAM PERTINENT.

Tales Milesius rerum omnium aquam dixit esse principium, ad quem fortassè respiciens Virgilius, aut citius Homerum in latinum transferens, vocat *Oceanumque patrem, nymphasque sorores*, quasi ex aqua res omnes natales suos deducerent. Quidquid sit de hac genesi Talesiana à Vanhelmontio ac Walerio (Phys. Gen. 23.) è profundo oblivionis pielago, in quo jacebat, in novam lucem educta, certum indubitatumque est, aqua naturam terrestrem ali, omnia ab ea intimè permeari, atque *in mille conversam figuras*, ut Proteus, inibi plerumque latere, ubi minimè addesse suspicamur. Ut omnes ejus status persequamur, primum aquam in statu liquiditatis, deindè in statu concretionis seu glaciei, ad demum in vaporem resolutam considerabimus. Ad statum liquiditatis aquæ pertinent etiam fontes, flumina, maria; quemadmodum ad statum vaporis meteora spectant aquea, quare de his omnibus disserendi nobis campus aperitur.

CAPUT PRIMUM.

De natura aquæ in statu fluiditatis.

354. Jam ubi de *gas hydrogenio*, seu *aquæ genitore* sermonem fecimus (184, 185) aquæ naturam, seu principia aut *bases*, ex quibus componitur, tradidimus, aqua nimirum in statu suo naturali 17 partibus *gas oxigenii*, ac 3 *gas hydrogenii* componitur; aut si in centum partes totum distribuere velis, 85 *oxygenio*, 15 *hydrogenio* tribuuntur. Hoc quidem repetitis experimentis à Priestleyo primum aliud agente, deinde à Cavendish, necnon et Lavoisiero, ejusque sociis tentatum atque obtentum fuit, ut et aquam in prædicta fluida, et hæc in aquam converterent. Quare dubium amplius non est, aquam elementum non esse, ut ferebatur, sed corpus mixtum ex aliis fluidis coalescens, ex quorum permixtione in naturæ sinu elaborata, copiosæ illæ aquæ in gremium telluris delabuntur, quæ ipsam mirè fœcundant, ac per ejus superficiem, atque internos meatus latè funduntur.

355. Ceterum aqua in statu fluiditatis est liquor pellucidus, inodorus, insipidus, omnis coloris expers, parum elasticus ac ferè compressionis incapax. Quare vel unâ ex his qualitatibus variata recte deducimus, aquam in statu suæ perfectæ non esse puritatis. Superficiebus etiam corporum adhæret aqua, plurima dissolvit, ac ferè omnia intimè penetrat, inflammata extin-

guit, si in eam immergantur, aut satis magna quantitate aquæ suffundantur, quæ contactum aeris, à quo combustio provenit (170), impediat.

356 Fluiditas aquæ magna quantitate *calorici*, cum quo ejus molleculæ *combinatæ* repeciuntur, originem ducit. A *calorico* enim invicem separatæ, ac satis mobiles redduntur, ut altera supra alteram juxta gravitatis indolem prolabatur, nisi suffulta à mutua compressione in officio retineatur. Ex quo illa ad libellam compositio liquoribus propria subsequitur, dum particularum liquorem componentium nisus invicem eliduntur; quod fieri non posset, nisi molleculæ superficiei à centro gravitatis æquè distarent. Quod si impulsu extraneo hæc equilibritas destruatur, ad motum statim fluidum determinatur: qui motus numquam cessabit, donec viribus undique libratis ad libellam rursus componatur. Mobilitatem hanc aquæ particularum ejusdem figura promovere potest, si ut plerisque placet, globuli exilissimi sunt, in quamcumque partem labiles. Globulosas esse aquæ molleculas his argumentis colligit Muschembroekius. 1. Qua nullum fluidum, cujus partes conspici possint, novimus, quod non rotundis constet partibus. 2. Quia aqua est admodum lenis; oculo instillata, vulneri infusa nullum dolorem suscitat, modo purissima sit et tepida. Si angulosis, acutis, scindentibusve corpusculis constaret, lenitas hæc observari non posset. 3. Quia est aqua admodum fluida, et lubrica. 4. Vapor in camera obscura surgens

transiensque per radium solis exiguum, microscopio conspectus nil nisi sphæras exhibet. 5. Quum partes ejus majores se admodum æquabiliter attrahant, formentque guttas globosas, probabile est ejus partes inferioris ordinis etiam se æquabiliter attraxisse, et formasse particulas pari modo sphæricas.

357 Quum aqua è duobus fluidis aeriformibus simul mixtis componatur (354), mirum non est si pelluciditatem, aliasque qualitates aeris proprias retineat post metamorphosim; adeoque et inodora, et insipida, et acromatica remanet, quæ sunt etiam aeris proprietates. Mirandum verò, si aeris *compressibilitatem* ac *elasticitatem* prorsus amittat, quod experimentis consonum est: certè adeo exigua sunt compressionis ac elasticitatis signa, quæ ab aqua obtinentur, ut vix deprehendi possint. Sonos tamen per aquam transmitti compertum est; quod nisi ab aliquò elasticitatis principio, saltem aeris intra ejus molleculas latentis, fieri non posse, ex his quæ de soni natura disseruimus (203), perspicuum fit.

358 Ex aquis naturalibus purior illa est, quæ à pluviis subministratur. Quas enim particulas per atmosphæram everrit, quum maxime volatiles sint; avolant facillimè. Hinc omnium salubrior ad potandum aqua pluvialis in cisternis collecta passim habetur, quod quidem probarem, si hujusmodi aquæ stagnantes non forent, quæ scilicet facilius corrumpuntur ob torporem, qui fermentationibus alendis aptissimus est. Mitto alia, quæ plerumque in ci-

sternis desiderantur: parietum nempè perfecta lævigatio, quæ aditum per rimas aliis materiis sensim percolantibus occludat; tectorum, canalium, pavimentorum perfecta mundities, cetera; quæ quam raro, ut opus est, obtineantur, nemo non videt.

359 Ceterum hujusmodi extraneorum corporum admixtiones multiplici modo ab aquis depelluntur: *percolatione* nimirum, seu, ut dici solet *phyltratione* per arenam, glarem, pumices, quibus partes aquæ heterogeneæ adjunguntur, aut subsidunt: *præcipitatione*, ope menstrui alicujus aquæ infusi (Phys. Gen. 171), ut sunt tartarus crudus, aut ejus oleum, quo partes heterogeneæ ad infimum locum subsidunt; *clarificatione*, corpore glutinoso aquæ immixto, quod sordes ad se trahit, aut imbibit; tale est albumen ovi, quo etiam alii liquores purgantur: *distillatione*, quæ evaporationis est species ac frequentior methodus obtinendi aquam puram; demum *congelatione*, vi cujus particulæ extraneæ ab aqua recedunt, sales separantur, et quidquid heterogeneum est ab ea secedit. Quare si fides Boyleo, glacies aquæ marinæ soluta aquam dulcem restituit; quod tamen alii inficiantur, à glacie fluminum in mare devecta, hujusmodi aquas dulces extractas fuisse contendentes.

360 In aqua etiam quædam partium tenacitas animadvertitur, quæ ipsarum separationi resistit. Idcirco et guttæ pendentes, è digitis aut vasorum labris remanent; et acus, et parvæ laminæ metallicæ in aquæ superficie consi-

stunt leniter depositæ. Cohæsio enim mollecularum aquæ tunc major est, quam vis gravitatis corporis superincumbentis: etiamsi parvæ aeris bullæ inter acum, laminam etc. interceptæ nonnihil innatationi talium corporum conferre possit (Phys. Gen. 336). Unde tamen, inquies, hæc mollecularum cohæsio provenit? Ab affinitate mutua globulorum, ajunt hujusmodi affinitatum assertore (Phys. Gen. 165); à qua etiam oritur, quod plerisque corporibus adhæreat aqua, in ipsorum poros quam facillimè permeet, nonnulla etiam intimè dissolvat. Effectus quidem manifestus est, nec ullus in controversiam adducet unquam. Quæ tamen harum affinitatum causa sit, à quibus et adhæsio facilis particularum aquæ, et facilis cum aliis corporibus commixtio, atque intima copulatio habetur, arcanum est naturæ, in quod etiamnum penetrare non licuit, etiamsi effectus conspicui affinitatum nomine donentur (Phys. Gen. 176.)

361 Intimæ hujus conjunctionis, seu combinationis in aqua præsertim luculentissima habemus documenta, quæ pluries physicorum ingenia torserunt, existimantium aquam in suo statu naturali intra corpora etiam arte exquisitissima dissecata servari. Boheravius quidem refert, frustrum cornu cervini per 40 annos conservatum ut duresceret, atque adeo ut chalybe percussum scintillas ut silex ederet, igni ad distillationem, ut in chemia fieri solet applicatum, per octavam sui ponderis partem in aquam commutatum fuisse. Ossa anima-

lium quorumdam per 25 annos indurata, distillatione magnam aquæ copiam ad dimidium sui ponderis exhibuerunt, teste Chambersio. Quod etiam de saxis distillatis refert idem auctor, aliquam aquæ quantitatem ostendere. Sales omnes ferè ad dimidiam sui ponderis partem distillatione in aquam converti, chemicis notum est: qui et *aquam crystalizationis* appellare hujusmodi aquas distillatione extortas consueverunt. Ceterum hujusmodi aquæ non aliter in corporibus existunt, quam in *gas hydrogenio*, et *oxigenio* reperiantur, quæ simul mixta per combustionem aquam reddunt, quæ antea ne existebat quidem (354). Nam etiamsi *bases* seu elementa illa ex quibus aqua conficitur, tum in cornu cervino, quum in aliis corporum molleculis lateant, eorumque substantiam componant, ex quorum permixtione deinde aqua generatur; hæc in statu suo naturali in ipsis non existit. Existunt tamen tum in ipsa substantia, quæ distillationi subjicitur, quum etiam in aere (185), et igne distillationi inserviente (263) elementa illa, seu bases, ex quibus aqua generatur tempore distillationis ob combinationem eorumdem principiorum (184) ignis actionem peractam.

362 Quod quidem magis illustratur cæmentorum exemplo, in quibus nescias quid magis mirere aquæne lubricitatem, mollitiem, ac permeandi facilitatem, an vim coagulationis, qua calci, cineribus, terræ permixta in massam solidam concrescit, quæ etiam potentissimis viribus resistit. Sic animalium cineres cum a-

qua commixtæ, ac igne vehementi concoctæ in massam solidam concrescunt, quæ ignis vehementissimi actioni resistit, quo aurum ac metalla funduntur. Sanè tota quanta est ædificiorum stabilitas ab aqua calci, gypso, etc. infusa repetitur. Imo ut ignis universale *dissolvens* in natura animadvertitur, sic aqua universale *coagulans*, vi cujus omnia concrescunt, atque solida permanent, dici posset.

363 Quidam ex eo quod aqua plura corpora permeet, quæ accessum aeri prohibent, deduxerunt molleculas aqueas subtiliores esse, quam sint particulæ aerem componentes. Et quidem aqua vegetabilium partes internas mira facilitate permeat, estque vehiculum nutritionis ac vegetationis animalis. Ligna, pelles, lapides, imo et metalla penetrat humor aqueus, quæ omnia aeri prorsus impervia sunt. Enimverò hæc omnia intentum non evincunt. Posset enim fieri, ut hic accessus ac permeandi facilitas in aqua ex alio fonte derivetur, quam ex particularum ejus subtilitate. Pondus majus, configuratio partium diversa, quæ cum poris talium corporum magis congruat, affinitas major, aliaque in causa esse possunt, cur aqua facilius in quædam corpora se insinuet, quæ aditum aeri minimè præbent. Sane per exilissimos tubos capillares aditum liberum aer invenit, qui aquæ interclusus est. Mercurius plura corpora rimatur, quæ ægrius ab aqua penetrantur. Diceresne mercurii molleculas subtiliores esse, quam elementa sint aeris aut aquæ?

CAPUT SECUNDUM.

De fontium origine.

364 Scissum est studia in contraria vulgus physicorum de fontium origine disputantium, ita ut inter novissimos etiam scriptores hujusmodi opinionum oppositio animadvertatur, alteris à mari, alteris ab aquis deciduis, alteris denique ab utroque simul fontium originem derivantibus. Peripatetici, Cartesius, aliique, quos longus esset recitare, aquas marinas per terræ canales compressione ascendere, salsugine ob *phyltrationem*, aut evaporationem ab igne centrali excitatam spoliari, ac dulces tandem effectas per scaturigines in fontes erumpere, cum antiquis scriptoribus Plinio, Seneca censuerunt. Contra Gassendus, Cassinus, Mariotte, Hallejus, Plucheus, ac passim recentes Physicæ cultores ab aquis pluvialibus, nivibus, vaporibus sufficientem aquæ copiam in terræ *hydrophylaciis* adunari putant, ex quibus per rimulas tamquam per siphones, ut de vasis erumpentibus in hydrostatica docuimus, paulatim aquæ exonerentur. Paulianus, ac Horvathus Kuhnii sententiam media incedentis via amplexati sunt, fontes aliquos ab aquis pluviis derivantes, ceteros, qui perenniter fluunt, mari concedentes. Fieri enim non posse existimant, tantam aquæ copiam ab aquis deciduis sufficí, quæ toto anni tempore perenni fluxui, nec unquam imminuto sufficiat.

Quum autem rivi, ac flumina è fontibus aquas mutuentur, quod de fontium origine statueris, ad flumina planum est derivare.

365 Prop. I. "Fontium originem in aquis marinis phyltratione aut evaporatione in cavernis subterraneis collectis, statuere, non satis firmo inniti fundamento nobis videtur; ut huic sententiæ calculum adjiciamus." Nam 1. ascensus aquarum per hujusmodi canales contra leges hydrostaticæ asseritur; juxta quas fluida communicantia ad æquilibrium statuuntur (Phys. Gen. 337). Certum autem indubitatumque est, maris superficiem humiliorem esse superficie terrestri, in qua fontes scaturiunt. Quare opus esset, ut contra propriam gravitatem aqua maris ascenderet, ac legem æquilibrii fluidorum violaret. Neque ad tubos capillares recursus hic juvare potest: etenim ascensus in tubis capillaribus tantus esse non potest, quantus in vacuo obtinetur, qui ad 32 ped. non assurgit: at plerique fontes, bis, ter, quater mille pedes, ac etiam altius supra maris libellam attolluntur. 2. Aquæ omnes fontium salsæ forent, quoniam exquisitis tentaminibus etiamnum factis, aquæ marinæ, numquam amaritudine exui potuerunt, etiamsi per omnis generis strata percolatæ fuerint. Ponamus tamen in canalibus sal suum aquas marinas deponere: quoniam ad 32 sui ponderis partem aqua maris sal continet, jampridem obstructi fuissent meatus omnes terrestres, per quos aquæ percolatio perficitur, aut crusta obducti salina aquam dulcem amplius non ef-

ficerent: quare ejusmodi percolatio in sana physica locum habere non potest.

366 At inquies, plures fontes ac lacus ad maris æstum attolli aut deprimi animadvertuntur, quod signum est manifestissimum cum mari communicare, atque adeo ab ipso suas aquas recipere. Minimè, inquam, hæc consecutio descendit, tunc enim etiam hæc argumentatio legitima esset: "Vidimus flavum Tiberim, retortis littore etrusco violenter undis, ire dejectum monumenta regis;" ergo Tiberis originem à mari ducit, minimè autem ab Apenninis nivibus, ac pluviis in ipsum influentibus. Fontes, qui fluxum, ac refluxum marinis æstibus respondentem habent, ab impedita eorumdem exoneratione in mare per internos canales provenire potest, ut in Tiberi videmus fieri australi vento maris undas in Ostia Tiberina impingente. Quare argumentum æstus in fontibus marino respondentis, solum probat ipsos occultam communicationem cum mari habere; non tamen aquas è mari recipere. Quid si æstum respondere quidem marino, minimè autem ab eo originem ducere contendam, sed à causa, quæ et maris æstum generat, provenire affirmem? Sanè nullis sabulis falsi convinci possem. Quidquid autem sit de causa hujusmodi æstuum, qui in fontibus observantur, illud mihi extra aleam positum videtur, nullo modo ex eo pro origine fontium è mari deduci posse argumentum. Nam aut aquæ horum fontium salsæ existunt, ut est aqua marina; tumque non sunt de quibus agitatur quæstio; sed

canales cum mari communicantes, ut in tubis communicantibus fieri monuimus in hydrostatica: aut sunt aquæ dulces spontè sua erumpentes, tumque ab aqua maris suas non derivant, quippe quæ dulces ponuntur, adeoque ex alio penu depromantur, oportet.

367 Nam etiam apud Kuhnium, eosque, qui perennium fontium ab aquis marinis repetunt originem, prius evaporatione resolvi aquam oportere, quam in humorem salientem concrescat, ut sales deponat, ac dulcescat, in confesso est. "Aqua marina, inquit Kuhnius, in cujus verba jurat Horvathus, à voraginibus maris, ipsis fretorum angustiis, aut propè littora maris reperiundis, aut perpetuò, aut per periodica temporum intervalla absorbetur (qua tamen de causa absorbeatur, laudati scriptores non exprimunt, præsertim quum ascensus contra leges hydrostaticæ fieri deberet), et in subterraneos insulæ aut terræ continentis meatus defertur, tum per horum meatuum ramos et ramusculos longè latèque infra tractus montosos, cavernosos, fistulososque distribuitur. Interea in toto ferè hoc itinere salsa illa aqua subterranea, per calorem subterraneum qui ferè ubique disseminatus est, ad insensibilem ferè exhalationem disponitur, vaporesque per loca fistulosa atque cavernosa in altiores altioresque cavernas sub ipsis tandem tractibus montosis sitas ascendunt, dum cavernarum fornicibus adhærent, ibique in guttullas aquæ dulcis confluunt. Porro guttulæ hæ quaquaversus versus latera fornicis defluunt in strata glareosa extror-

sum declivia, ex quibus in receptaculum satis amplum, sed parum profundum aqua colligitur, et per hujus emissaria paulo infra libellam colocata continuò erumpit, fontesque perennes ad radicem montis, aut jugi, aut collis scaturientes efficit."

368 Habes horum physicorum theoriam circa modum, quo aquæ marinæ in dulces transmutantur. Miror tamen unde calorem illum subterraneum adeo potentem invenerint, qui tam grandem aquæ quantitatem in vapores resolvat. Certè ad magnas profunditates frigus satis intensum sentitur, quod non solum in Zona temperata, verum in torrida etiam in locis calidissimis æquè obtinere certissimum est. Unde igitur hujusmodi fornaces reperientur, quæ tantam vaporum copiam excitent, ut fontium gelidas perennitates efficiant? Huc adde, aquam marinam in vapores resolutam 32 sui ponderis partem pro sedimento relinquere, ut in salinis, ubi hoc opificium exercetur fieri videmus, unde immensa illa salis quantitas extrahitur, quæ usui quotidiano hominum sufficiat. Jam verò quotidiana evaporatio, quæ tot fontium perennitates conservet, ex quibus flumina aquas suas derivant, adeo magnam intra terræ viscera salis quantitatem deponere debuisset, quæ et omnes illos meatus jamdiu obstruxisset, ac nulla prorsus evaporatio obtineri posset, et tractu temporis sale marino intra terræ viscera deposito, marinæ aquæ in dulces jam transissent. Quæ omnis quum perspicuè falsa sint, neque in exca-

vationibus hujusmodi salina strata reperiantur ad aquas marinas fontium originem referre, omni prorsus fundamento videtur destitutum.

369 At, inquit Horvathus, Kuhnius de monte Sclavoniæ *Odmislovst* hæc narrat ex Perraultio, Tract. de orig. font. pag. 819. Quum in hujus jugo montis ingentis molis lapidibus effosis ad 10 ped. profunditatis ventum esset, per rimas soli erumpebat vapor ad instar densæ nebulæ per totos 13 dies continuatus. Diebus autem 14 elapsis, fontes perennes ad radicem montis circumjecti aqua destituebantur. Eodem Perraultio referente, monachi ordin. Cister. Meudonii, qui locus 2 mill. à Parisiis abest, molendinum possident, aquis à vicino fonte perenni derivatis animatum. Quum fons iste aliquando in dies præter naturam parcius aquam effunderet, usumque molendini deteriorem reddere cœpisset omnibus causam rei insolitæ requirentibus, tamdem suspicio orta est, lapidicinam in vicino agro nuper, exerceri cœptam, et ex cujus solo nudato ingentem per rimas vim vaporum continuo erumpere constabat, fortè in causa esse. Empto igitur exiguo vicino agro, id enixè curabant monachi, ut lapidicina pristino statui redderetur, sperantes hoc facto fontem quoque solitam aquæ copiam præbiturum. Comprobavit consilium eventus, siquidem fons paucis diebus elapsis, aquas suas omnino recuperavit. Quæ exempla, fontes perennes eo, quem descripsimus, modo generari (scilicet ope ignis subterranei, cœcorumque meatum) argu-

mento sunt. Hactenus Horvathus.

370 Ego verò quo pacto hæc consecutio descendat, planè non video. Tota enim Horvathi ratiocinatio paucis comprehensa, in hanc abit. "Si hydrophylaciis, in quibus aqua reservatur, fontium perennitati inservitura, evaporatio permittatur, fontes amplius non scaturiunt: ergo fontes ab evaporatione aquæ marinæ ope ignis subterranei generantur." Omnibus enim notum est aquas libero aeri permissas, continenter evaporari; unde ab exemplis à Peraultio adductis nihil aliud conficitur, nisi aquas in hidrophylaciis contentas, à quibus perennitas fontium conservatur, si aliunde evaporationi subjaceant, eam quantitatem aquæ fontibus præbere non posse, quæ ipsis alendis sufficiat. Hujusmodi autem evaporatio sine ullo interventu ignis centralis ubi aditus aeri atmosphærico patefiat, statim consequitur, quod in lacubus, fluminibus, aquisque patentibus evenire quotidiè experimur. Per totam qua latè patet Tiberis superficiem, quando aer tranquillus est, nebula quædam conspicitur elevari nocturno tempore, quæ matutino sub ortum solis ad sex, octo, duodecim pedis assurgit, donec à solis calore ac vento, qui tum temporis solet excitari, in altum elevata, in nubem concrescat, ut aliis nebulis evenire solet. Planum est, Tiberis aquas in Mediterraneum hac evaporatione imminutas se exonerare, quæ si impediretur, majori aquarum copia auctus in Ostia Tiberina descenderet. Quare exempla adducta marinas eva-

porationes per fistulas, canales, aliaque à Kuhnio inventa, haudquaquam probare contendimus.

371 Prop. II. "Fontium origo à pluviis, nivibus, rore, non incongruè repeti potest." Et quidem si aquæ marinæ modo supra descripto aquas fontibus non sufficiunt, ad pluvias, nives etc. recurrendum est, ut hydrophylacia impleantur, quæ alendis fontibus requiruntur. Hydrophylacia autem appellant internas montium cavitates, in quibus strata glareosa, argillacea etc. reperiuntur, ubi aquæ pluviæ, nives solutæ, vapores concreti etc. per rimas, crepidines, foramina sublapsa colliguntur, ac paulatim adigente pondere, sese percolando, viam sibi aperiunt unde scaturigines, fontes, sudores aquosi derivantur. Hinc observante Vallisniero, in summitate montium nulli fontes reperiuntur, nisi sublimioribus aliis subjaceant, ex quibus ad eos aquæ descendant. Montes etiam lapidosi, aut qui compacta materia nullis stratis ad hydrophylacia excipienda destinatis constructi sunt, fontibus carent, quemadmodum illi etiam, qui sub cœlo arente collocati, pluviarum imbribus non humectantur, fontibus destituti compertum est. Flumina etiam detumescunt pluviis diuturno tempore cessantibus, ita ut plerumque æstivo tempore, postquam pluviæ à duobus mensibus cessant, ad dimidiam suorum voluminum partem redigantur, ut fermè quotannis in Tiberi experimur.

372 Neque ad observationem Hirei recur-

ras, quam confirmat Plucheus, pluvias videlicet etiam post effusos imbres per plures horas continuatos, solum numquam pius, quam ad profunditatem sexdecim pollicum madefactum reperiri. Hoc enim est verissimum de solo complanato, ut plerumque sunt agri sativi, in quibus à cultura solum ita complanatur, ut rimæ omnes obcæcentur, aquisque aditus præcludatur. Verum in montibus, vallibus, anfractibus, collibus innumeræ observantur rimæ, fissiones, voragines; per aquas imbres, nives etc. in viscera terræ penetrant, ubi hydrophylacia disposita sunt, quibus contineantur, paullatim deindè, modo supra dicto, in apertum aquas receptas effundentia. Hinc, ut observat Vallisnerius, aquæ pluviæ in metallorum fodinis, in montium cavernas copiosè post imbres descendunt, adeò ut vix 12 à pluvia elapsis horis, humor è fodinarum parietibus desudans, fossoribus multum negotium facessit: quod etiam in puteis evenire passim observatur.

373 Quod si sufficientem aquæ copiam à vaporibus haberi non posse contendas, quæ tot fluminibus, lacubus, animantium ac vegetantium usui sufficiant; jampridem Mariottus et Hallejus hunc scrupulum exemerunt, aquæ pluviæ ac vaporum quantitatem ad calculos redigentes. Mariottus quidem Sequanæ aquas per Pontem novum altitudine media assumpta singulis minutis transeuntes ad 200,000 pedes cubicos æstimavit. Hinc una hora dabit 12,000,000, ac dies solidus 288,000,000; annus verò 105,

120,000,000. Jam si aquæ pluviæ quantitas solum irrigans, è cujus superficie aquæ in Sequanam influentes colliguntur, æstimetur; posita annua pluviæ quantitate 15 pollic. altitudinem æquare, quæ procul dubio justo minor est; invenietur summa pedum cubicorum 714,150,000,000; quæ quidem sextuplo major est, quam sit aquarum summa, quas Sequana in mare exonerat.

374 Hallejus autem facto prius tentamine in aqua ob salis admixtionem marinæ persimili, et gradui caloris expositæ, qualis æstivo tempore maximus experiri soleat, invenit duabus horis evaporatione $\frac{1}{53}$ pol. cub. partem evanescere quam commodioris calculi gratia $\frac{1}{60}$ æqualem posuit, quæ minor véra est. Ex quo deducitur, spatio 12 hor. evaporatione mare $\frac{1}{10}$ pol. cub. partem amittere. Fingamus superficiem maris majorem superficie terræ non esse, sed æqualem: quod tamen perspicuè falsum ex geographia, ex qua habemus, multò majorem partem in globi superficie aquas obtinere, quam terram. Jam superficies globi 25,797,278 leucas quadratas complectitur; quare superficies maris in suppositione prædicta erit 12,898,639 leucarum quadratarum. Non computata nisi 12 horarum evaporatione, neque ea, quæ à lacubus, fluminibus, plantis, animantibus habetur, procul dubio summam vera facilè minorem obtinebimus; nihilominus summa hæc pedes cubicos 20,302,535,177,834 exhibebit.

375 Quod autem hæc quantitas pro omnibus orbis fluminibus sufficiens sit, ex his quæ in Mediterraneum, a freto Gaditano ad palu-

dem Meotidem illud computando influunt, documentum capere possumus. Haliejus assumit superficiem maris Mediterranei, quod grad. 40 longum, latum 4 ponitur, qui numeri in superficiem quadratam redacti dabunt 160 grad. Gradus autem quadratus ex calculi Halei per evaporationem dat 33 million. dolliorum, adeoque 160 grad. dabunt 5280 million. doliorum aquæ, qui singulis diebus à Mediterraneo evaporantur. Flumina majora, quæ in prædictum mare se exonerant, sunt Iberus, Rhodanus, Padus, Tiberis, Ister, Boristhenes, Tyra, Nilus, Tanais; ex his quemlibet ponit decuplam quantitatem aquæ effundere, quam Tamesis in mare deferat; quod tamen fal um est, quum aliquos ex dictis mole aquarum exæquet. Porrò Tamesis quotidie 200,000,000 doliorum aquæ in mare effundit: quare novem illa memorata flumina 1,800,000,000 in Mediterraneum deferent, quæ summa multo minor 5280 million. doliorum, qui ab evaporatione ex ipso quotidie elevantur.

376 Scio P. Ghezzi, Horvath, Kuhnium Hallei calculum elevare tentasse, contendentes maris evaporationem ab ea, quæ in vasis observatur metiri non oportere. "Si vasculum, inquit ex Kuhnio Horvathus, ex dura materia paratum intus album, aqua limpida ad unius aut sesquidigiti altitudinem repletum soli æstivo exponatur; intra 3 vel 4 horarum spatium aqua omnis evaporasse observabitur. At in fossa aut stagno, cujus præsertim fundus moliis et obscurioris coloris, profunditate plurium pedum

existente, altitudo aquæ intra 4 imò 12 horas ferè nihil, intra plurium dierum aut mensium æstivorum spatium parum notabiliter decrevisse reperitur. Unde quum marium præsertim Occeani profunditas plus millies excedat profunditatem stagni, aut lacus, aut terræ pluvia irrigatæ, et præterea fundus maris plerumque mollior et obscurioris coloris censeri debeat, quam terræ irriguæ aut stagni; sumptis superficiebus in mari, in stagno, atque in terra irrigua æqualibus, aquæ ex mari evaporatæ quantitas, parvitatis contemnendæ censenda erit in comparatione ad aquam ex stagno, aut terra irrigua eodem tempore evaporatam. Accedit quod ceteris paribus, calor aeris ambientis, evaporationem promovens, super terra continente semper intensior sit, quam procul à littoribus super mari vasto." Verum etiamsi Halei calculo nonnihil detrahendum foret, quod tamen non puto, quum plura sumat minora quam revera sint, ut evaporatio 12 horarum tantum, decupla 9 fluminum præ Tamesi aquæ quantitas, quæ certè à vero per defectum abludunt; quæ à prædictis auctoribus afferuntur, ut evaporationem maris extenuent, ad trutinam veritatis expensæ, parvi pendenda sunt. Evaporatio quippè etiam nocturno tempore tanta est, ut sæpius nautæ vellera, lacinias, aliaque ad navis latera exponant, ex quibus crastino die non modicam aquæ dulcis quantitatem ab evaporatione inibi collectam exprimunt. Celebris est in Insula *Fierro* extrema ad occidentem ex Fortunatis, arbor illa *Til*

et *arbor sancta* etiam ab incolis dicta, quæ in illo tractu, quem *Tigulahe* dicunt, sita est, super altissimo scopulo sesquileucam à mari distante. Ibi sunt duo stagna aquarum singula 20 ped. quad. superficiei habentia, et 12 ped. profunda, in quibus aqua colligitur. Nebula densissima manè surgit è mari, quæ à vento pellitur ad scopulum, adhæretque foliis *Til*, ex quibus in subjecta stagna distillat aqua, pro rata portione singulis tractus incolis distribuenda. In S. Helenæ insula ubi ad 2400 pedes montes assurgunt, tanta vis vaporis in regione dominatur, ut vestes, et omnia, quæ aeri libero exponuntur, continuò madefiant. Plura alia documenta afferre possem vehementi evaporationis marinæ, maximè sub Zona torrida, quibus enumerandis supersedeo, ne in immensum abeat oratio. Tantum monuisse sufficiat à Krast et Richman observatum, aquam eo vehementius evaporare, quo fuerit profundior: ex quo infirmatur adducta Kuhnii speculatio contra maris evaporationem in calculo Hallejano assertam.

377 Verum ne alias contra propositam sententiam oppositiones prætermittamus, ajunt 1. ‘In sacro textu Genesis fontem terram irrigantem describi, antequam pluviæ in terram decidissent: "Non enim pluerat Dominus super terram.... Sed fons ascendebat à terra, irrigans universam superficiem terræ." R. verissimum hoc esse de pluvia concreta, ut post diluvium in terra effundi cœpit: ceterum a Pulchei sententia, quam à Burneto mutuatus fuit, non abhorreo, qui ante diluvium orbi incognitos fuis-

se imbres statuit. Et quidem signum iridis in pignus datum à Deo hominum generi, ne in posterum aquas diluvii induceret in perniciem eorumdem, satis indicat, ignotum etiam tum fuisse hujusmodi meteoron, quod ipsorum animos, à pluviis postea decidendis perterrefaciendos, confirmaret. Undè igitur, inquies, illius fontis origo? A vaporibus, inquam, in modum roris collectis. Imò in Hebraico textu fontis nomen à Vulgata usurpatum, vaporem significare asserit cum aliis interpretibus Alfonsus de Nicolais, eruditissimus scriptor, qui verbum *Ed* hebraicum, vaporem reipsa significare contendit: fontisque nomine vapores in atmosphæra ab aquis emissos intelligi debere, à quibus superficies terrestris irrigabatur.

378 Ajunt 2. Calculi instituti incertis innituntur principiis. Nam 1. omnes ferè dissident in assignanda aquæ pluviæ altitudine: in Gallia 15 poll. definivit Mariottus. In Italia prorsus varius est numerus poll. assignatus: quum 18, 43, 45, imo usque ad 67 à Zendrinio extendantur. 2. Gualterius contraria omnia irrito calculo deduxit; aquam scilicet pluviam, quæ in tota Italia unius anni tempore decidit, longè deficere ab ea, quam flumina hujus regionis in mare exonerant. R. Hæc quidem satis probant, spiritu partium homines plerumque in quæstionibus duci, quod ni accederet, ad paucas sanè disceptationes philosophia redigeretur. Quicumque tandem sit numerus pollicum, ad quem aquam pluviam reducere volueris, illud certum, vel sola oculorum Inspectione satis su-

perque cognosci, numerum à Mariotto assertum minorem esse vero, quum Para 20 poll. assignet. Polenus quidem ex decem annorum observatione Patavii summa diligentia peracta, ad 45 poll. aquas pluvias inibi deciduas definivit. In Gualtierii calculo multa reprehenduntur : nam et nives in Apennino et Alpibus copiosissimè deciduas, à quibus major pars fluvialis aquæ derivatur, non computavit: et omnium Italiæ fluminum aquas æquales facit aquis in canali 1250 ped. lato, ac 15 ped. profundo decurrentibus, quod à veritate prorsus alienum est.

379 Ajunt 3. In summa etiam siccitate, atque in editissimis montibus fontes observantur nulla salientium diminutione perennes: quis autem sibi persuadeat in tanta ariditate et altitudine hydrophylacia conservari alendis fontibus sufficientia? R. Hujusmodi perennitates, quæ confidenter asseruntur in summa siccitate permanere, non adeò veræ sunt, *ut nihil sit, quod ipsis demere possis.* Vidi enim anno 1783, quo summa fuit siccitas in universa Italia, omnes salientes Tusculanos, qui copiosissimi et perennes sunt, ferè defecisse. Deinde fontes illi, qui in vertice, aut propè summitatem aliquorum montium, aut parvarum insularum, quæ nullos habent proximos altiores montes, è quibus aquas derivent, si qui sunt, ex aliis remotioribus illas habere dicendum est, quorum canales per occultos terræ meatus ad alias summitates aquas deferunt, ut de tubis communicantibus in Hydrostatica ostendimus. Neque enim opus est, ut mons monti immineat,

ut ab uno ad alterum aquæ deferantur. Sæpissimè fontes, ac putei, longissimè ab eo loco, ubi scaturiunt, sua hydrophylacia habent, quæ ipsis aquas sufficiant. Magna etiam aquarum copia, seu rivuli, ac flumina etiam subtus terram silenter cursum suum peragunt, atque in mare labuntur, quin se conspicienda nobis præbeant. Hinc epigramma illud ab Iriarte de Ana flumine, quod per longum terræ tractum, uti alia semper occulta faciunt, sub terra latet:

Amnis et ales Anas mutuant cum nomine mores;
Mergitur amnis humo; mergitur ales aquis.

380 Demum ne ab argumento discedamus, quin verbum de fontibus intermittentibus, aut corpora in lapides, ac metalla commutantibus, faciamus; plures sunt fontes per aliquot horas fluentes, deinde intermittunt, fluxum recuperant, semper cum cessatione fluxus alternando. Apud Quissacum Nemausiensis ditionis oppidum fons quidam sulphureus per 7 horas ac 25 min. fluit; deinde 5 horis cessat, fluxum illis transactis recuperaturus. Similem alium existere, narrat Dechales propè Chamberium urbem Sabaudiæ principem. In Vestphalia alium refert Horvath. Sunt qui interdiù fluant; noctu cursum sistant, ac vicissim. Inter Arcas et Raphanæas Siriæ urbes fons quidam observatur, qui sex diebus fluit, septimo cessat, dictus propterea *Sabbaticus*. Omnia tamen quæ referri solent de hujusmodi fontibus vera esse, affirmare non ausim. Quidquid tamen sit de maris

hisce narratiunculis, certum est, non adeò arcanum hoc naturæ secretum, quod ex legibus physicis explicari non possit. Si crus alterum siphonis recurvi intra vas collocatum, ut AB (fig. 36), altero crure C extra vas desinente. Si aqua altitudinem siphonis superaverit in B; tota aqua in vase contenta effluit, tumque fluxus cessabit, nisi iterum vas impleatur ab aqua ex S decidente, quæ ad B ascendat. Planum verò est, diuturnitatem fluxus et cessationis à siphonum influentium, et efluentium capacitate pendere; undè illa varietas in periodo oriri debet, quæ in diversis fontibus notatur.

381 Est apud Hammonis fanum fons luci diurna
Frigidus, at calidus nocturno tempore fertur.

Paulianus hoc phænomenon à Lucretio descriptum, derivat à calore solis, aerem fontem circumambientem dilatante, ex quo particulæ minerales aquam ad fermentationem excitantes dissipantur: adeòque aqua frigida, aut minus calida, quam nocturno tempore sentitur. Tum enim aere condensato à nocturno frigore, dissipatio particularum impeditur, à quibus aqua fermentescit, ex quo in ea calor concipitur. Hæc expositio magis Physicam sapit, quam illa Lucretii, quam videsis lib. 6, v. 848. Posset etiam fieri, ut aer in Lybia nimium à sole diurno calens, ac nocte frigescens id faciat, quod in puteis hieme ac æstate evenire nobis experimur, ut aquam calidam hieme, frigidam æstivo tempore sentiamus, quæ reapse eamdem

temperiem toto anni tempore servat. Regnault hoc phænomenon multiplicat, alterum fontem Ammoni tribuens, alterum in Cyrenaica, quæ provincia Libyæ est, collocans, in quibus hæc diurna aquæ refrigeratio post nocturnam calefactionem pariter edatur: quod forsitan ejusdem phænomeni duplicatio est.

382 Denique fontes quidam sunt, à quibus ligna lapidescunt, ut apud Clermontium in Gallia: aut in ferrum, aut cuprum transmittantur, quorum numerus non exiguus in Polonia invenitur. Lacus etiam in Hibernia insignis est, eo quod pars baculi intra limum demersa in ferrum, quam alluit aqua, in lapidem convertatur. Nimirum tenuissimæ particulæ ferri intra limum existentes, poros ligni invadunt, ab eisque quædam crusta obducitur ligno, ut a coloribus fieri solet. Idem ad exilissimas limi particulas per aquam diffusas extendendum est, quæ in poros ligni se insinuantes, superficiem ejusdem crusta obducunt, perinde ac coloribus ligna tingere solemus. Quarè hujusmodi ligni in lapidem, ferrum, cuprum etc. quod aliis corporibus in hujusmodi aqua infusis evenire etiam planum est, transmutatio vera non existit, sed obductio, aut applicatio ad ejus poros, in quorum cavitates particulæ extraneæ sese insinuant.

CAPUT TERTIUM.

DE MARI EJUSQUE AFFECTIONIBUS.

§. I.

De mari salsugine, ac profunditate.

383 Aquarum congeries, quæ terras habitabiles circumambit, mare appellatur. *Caspium* mare inter confinia Imperii Russici ac Persici situm, in hac notione quidem certè non comprehenditur. Nullam enim communicationem externam cum reliquis maribus habet; etiamsi plures contendant per occultos ac subterraneus meatus cum Sinu Persico communicare. Ceterum reliqua congeries aquarum, quæ terras habitabiles circumcingit, invicem communicare certum, exploratumque est in geographia. In quatuor majores partes distribui solet mare; nempè *Oceanus Occidentalis*, seu *mare Atlanticum*, Americam inter, atque Europam jacet: *Eoum* seu *Indicum* à Promontorio *Bonæ Spei*, ad Sinas usque comprehenditur: *Oceanus*, seu *mare Australe*, *Pacificum* etiam audit, atque ab Americæ littore occidentali ad littora Asiæ computatur: denique *mare Hyperboreum*, seu glaciale versus polum arcticum situm est.

384 Tria præcipuè in mari consideranda veniunt, quæ inter naturæ arcana profundiora censeri debent: nimirum *salsitudo*, *profunditas*, ac *mirabiles ejus elationes*, ut eas appellat Pro-

pheta Regius, sive æstus marini, qui semper philosophorum ingenia torserunt, si Newtonianos demas, quorum attractio feliciter omnia naturæ phænomena explanare consuevit. Nos historicum magis quam physicum in hoc capite agemus; quoniam mira illa fœcunditas omnia ad calculos redigendi, nobis non contingit; ut attractiones solis ac lunæ quasi in bilance ponderemus: et quæ de maris salsugine ac profunditate, quæ primum tractanda sunt, adeò incerta nobis videantur, ut solum temerè pronunciare sententiam possemus. Scimus quidem maris salsuginem à particulis salinis provenire: quis enim *nulla in tam salso corpore mica salis* esse affirmabit? Hic tamen unde sal mari proveniat, quæritur; non jam *utrum maris salsitudo à particulis salinis oriatur*, quod nemo umquam dubitavit.

385. Aristoteles à particulis salinis solis calore in atmosphæram elevatis à terra, ac una cum pluviis in mare decidentibus ejus salsuginem oriri affirmavit. Verum aqua pluvialis in nostros usus derivata, nullam salsitudinem ostendit; nisi aquas in mare decidentes alius esse naturæ, atque illæ quæ in terras funduntur, contendat: quod nescio, an aliquis tam docilis hodie jam inveniatur, qui talia credat commenta. Alii ab adustione solis in superficiem maris continenter exercita ejus salsuginem derivari autumant; idque confirmare conantur ex eo, quod aqua maris salsior in superficie, quam in fundo sit. Verum lacus camdem adustionem à sole patiuntur, nec tamen omnes salsi sunt. Ad

salem fossilem à fluminibus devectum recurrit Bernier, ut maris salsuginem explicet. Alii ad promptuaria salis, bituminis, nitri, quæ in maris fundo reperiuntur, amaritiem, ac salsitudinem marinæ aquæ derivant. Bouhursius tamen, à quo non dissentiunt Paulianus ac Vernejus, ad primigeniam constitutionem mundi refert maris salsitudinem; à Deo ita conditum asserens, ut ejus aquæ incorruptæ motu perpetuo, ac salium admixtione conservarentur: quod quidem minus à similitudine veri, nobis etiam abhorrere videtur.

386 *Amarities* etiam alia est aquæ marinæ proprietas; quæ quidem à salsitudine diversum principium habet. Certum enim est aquam à sale salsam fieri, amaram non item; ut quivis facili experimento tentare potest. Quare ad bitumen, sulphur, nitrum, sal, quæ marinæ aquæ admixta censent, ejus amarorem oriri plures contendunt; attestante Pauliano, ex mixtione 23 unc. aquæ pluvialis, 3 unciæ part. salis marini, ac 48 gran. spiritus bituminis, aquam marinæ quam simillimam fieri, ejus salsitudinem ac amarorem referentem. Poissonier medicus gallus anno 1764, et 65 facto periculo ostendit, aquam marinam quatuor diversos sales continere. 1. Marinum seu commune. 2. Acidum marinum conjunctum cum parte terrea ex testis, et stirpibus, aliisque. 3. Glauberi salem. 4. Salem selenitem. Recentes chemici ab *acido muriatico* cum calce, et magnesia combinato amaritiem provenire autumant. Vide infra art. 476, et seq.

387 Enimverò hæc omnia mari adventitia existimat Hallejus, aquamque maris dulcem ab initio à Deo creatam ponit: ipsi tamen accessione temporis advenisse salsitudinem, et amaritiem ob promptuaria salis, bituminis, nitri etc. quæ et in fundo maris, et in terra existunt, et à fluminibus præterlabentibus deferuntur, contendit. Hinc ex maris salsugine mundi ætatem definiri posse autumavit; dummodò incrementum salsitudinis maris per 100 annorum spatium inveniatur. Ceterum his ingeniosis commentis prætermissis, aquam marinam à salis promptuariis in maris fundo existentibus ex eo confirmant, quod sub Zona torrida mare salsius inveniatur, quam in temperata aut frigida. Quæ quidem ratio non magni ponderis mihi videtur, ut propositum ostendat. Potest enim fieri, ut major illa salsugo à prolixiore aquarum evaporatione; aut etiam à calore aeris et aquæ proveniat. Compertum enim est, aquarum saporem magis intendi, dum callidæ sunt, quam si frigidæ palato admoveantur. Fibrillæ etiam linguæ poros à calore apertiores habent, unde salium vellicatio vehementior sentiri debet, quam dum frigore constrictæ aditum difficiliorem particulis salinis præbent. Quæ omnia quum intra tropicos, maximè ad superficiem maris, simul obtineant; non incongruè intensior ille sapor ab ipsis repeti potest.

388 Aquæ marinæ purgatio multum exercuit physicorum ingenia. Plures methodi inventæ sunt, quibus aqua maris sale depulso potabilis evaderet, quos videre licet apud

Muschemb. Verum omnia irrito conatu tentata, ostenderunt naturam ducem sequi oportere, quæ evaporationem unum adhibet adminiculum, ad aquas marinas potabiles efficiendas. Et tentaverant quidem plures, maris aquam distillatione dulcem efficere; irrito tamen conatu omnia successerant. Obsistebat etiam in navigationibus, quarum usui præsertim physici insudabant, difficultas tot ligna parandi, quibus ignis aleretur, aquæ distillationi necessarius. Gautierus tamen medicus gallus dicitur utrumque incommodum superasse. Nam intentus in modum, quo natura evaporationem excitat, à parte superiore aquas calefaciens, hanc methodum in distillatione adhiberi oportere existimavit. Et obtinuit quidem Pauliano teste anno 1717 aquam hac methodo distillatam adeò dulcem ac potabilem, quæ omnes fontium aquas celebriores bonitate superaret. Hoc tentamen in navi bellica, cui erat insigne *Triton* in portu *Oriente* dicto peractum fuit, ac 24 horis igne agente modo supradicto 9 ped. cubicos aquæ dulcis extraxit; qua per plures dies nautæ etiam jejuni potati sunt, quin ullum valetudinis incommodum senserint, ut in aliis aquis distillatis ex marina etiam tum expertum fuerat. Quidquid sit de hoc Gauterii tentamine, illud certum est, ejus methodum in usum deductam non fuisse in navigationibus, ut ex Bougenvillei, aliorumque per globum circumvectionibus legere licet in historia ab ipsis evulgata, in quibus, si aliàs unquam, Gauterii inventum in subsidium vocari debuisset.

389 Quin ignem supernè applicaret, doctor Irving, anglus, aquam dulcem ope distillationis è marina deduxit, tubum commentus ex lamina ferrea stanno obducta, quam *latam* vocant. Hic tubus, seu tympanum vocare malueris, caldariis culinaribus velut operculum aptatur, in eoque aqua marina deponitur, ut calore ebullitionis ciborum evaporatio excitetur. Deinde tubus alter ad conicam figuram accedens, ut infundibula fieri solent, horizontaliter collocatur, supra alterum caldariæ impositum, ita ut angulum rectum cum ipso efficiat. Tubus horizontalis ad quinque pedes protenditur, ac per ipsum vapor ex aqua marina ascendens defertur: qui quidem tubus pannis frigida madefactis continenter frigefieri debet, ut vapor in aquam concrescens, per alteram extremitatem defluat. Hanc machinam describit in historia suæ circumvectionis maritimæ navis ductor *Phipps*, qui jam inter dynastas anglos adscitus, in *Mulgrave* nomen commutavit. Beneficio hujus machinæ ad 16 phialas aquæ dulcis quotidie obtineri, testatus est ipse Mulgravius Josepho Poli, dum Londini peregrinaretur; eamque potui optimam, nec gutturi ingratam se expertum fuisse, eidem asseveravit. Hinc tentamina Halesii, aliorumque ideo parum in hoc negotio processisse, suspicari licet, quod ad ignem vehementiorem evaporatio excitata fuerit. Sanè Macquerus sola distillatione aquam maris æque potabilem expertus est, ac fluviatilem eodem modo distillatam. Bergmanus etiam plura disserit de aquæ marinæ dulcedine obti-

nenda. Et quidem quod huic negotio maximè obstasse suspicabantur, bitumen scilicet, quo aqua maris infecta creditur, asseveranter Josephus Polius verum esse inficiatur; quod nos in medio relinquimus.

390 Circa maris profunditatem non minor est inter physicos ambiguitas. Hoc unum apud omnes convenit, maris albeum inæqualis profunditatis ubique existere. Illum sibi fingunt plerique superficiei terrestris simillimum; in quo valles, montes, cavernæ, anfractus innumeri reperiuntur, quæ omnia scabrum prorsus ac inæqualem ipsum craterem efficiunt. Et quidem insulæ tamquam eximii montes marini concipi possunt, aut velut eminentiæ quædam ipsius soli marini, quæ ut terrestres montes alteri supra alteros impositi, ad magnam evehuntur altitudinem. Ex hac analogia deducit Comes Marsilius, maximam profunditatem maris summæ montium terrestrium altitudini respondere, qui ad tria milliaria supra maris superficiem etiam altissimi vix attolluntur. Hæc quidem sententia à similitudine veri non abludit; rem tamen certo definire, et communem ejus profunditatem ad 150 hexapedas, maximam verò ad 3000 statuere, divinare est potius quam physicum agere. Nulla enim tentamina eo usque procedere possunt, ut maris fundus ubi profundissimus est, funibus etiam magnis ponderibus appensis, contingatur. Nam funes aqua leviores sunt; unde tot funium ductus demitti possunt, qui gravissima etiam pondera levitate superent, ex quo massa plumbi aut ferri

inter aquas suspensa remanere debet, quin ad fundum maris perveniat. Catenis id quidem tentandum foret; unde tamen catenam ferream 3000 hexapéd. longam parabis?

391. Denique ut verbum de superficie maris adjiciamus, ex novissimis anglorum circumvectionibus fermè duas tertias superficiei globi terrestris partes superare, sine ulla temeritate pronunciari potest. Cokius enim antarcticas regiones, quas veteres geographi suspicabantur existere, nullas esse detexit; nec nisi immensas glaciei moles à septuagesimo latit. Austr. gradu invenire potuit. Reliqua autem superficies tum terrestris, tum maritima ad arcticum polum jacens, omnis ferè lustrata est; atque ex chartis geographicis tutò conjici potest, omnibus utrinque compensatis, aquas maris ferè duas tertias globi terrestris partes obtinere. Quod enim de æquilibrio utriusque hemisphærii antea adducebatur, nullius fere est momenti, ut magnum terrarum tractum ad partem australem collocemus. Nam præterquam quod hoc non à geographorum arbitrio, at à supremi conditoris sapientia, ac voluntate pendet, æquilibritas inter utrumque hemisphærium innumeris aliis modis statui potest, ut rem perpendenti patebit, quin ad continentem australem recurrere opus sit, ut à veteribus geographis factum fuerat; rem magis è suo tenui modo concipiendi, quam è thesauris divinæ sapientiæ definientes, cui plura quam ipsis suppetunt pondera in altera lance collocanda, ad æquilibrium constabiliendum.

392 Superficiem maris esse *physicè* sphæricam passim leges: en quo id fundamento asserunt. "Ea est fluidorum omnium natura, inquiunt, ut in inferiorem locum, si modo possunt, semper dilabantur: igitur in superficiem sphæricam sese componat aqua necesse est: quo fit, ut omnes fluidæ superficiei particulæ æqualiter à centro distent, quemadmodum natura sua feruntur." Totidem ferè verbis idem antea scripserat Monteirus. Verum hi auctores ad sensum tantum, non physicè sphæricam ajunt esse figuram telluris; atque "versum polos solummodo, non ad æquatorem totam tellurem complanatam esse.... potissimum quum res ipsa posita diminutione gravitatis versus æquatorem, evidentissimè, et irresistibiliter deducatur." Enimvero si superficies terrestris elatior in æquatore, depressior ad polos; si minor est gravitas in primo, quam in altero telluris loco, fieri non potest, quin mare eamdem induat figuram, atque in æquatore eleventur, ad polos deprimantur ipsius aquæ. Ex quo figuram maris ad sphæricitatem componi non posse, res est manifestissima. Ad sensum tamen, ut tellus nobis sphærica apparet, ita etiam mare, quod maximam ejus superficiei partem occupat, figuram exhibebit sphæricam. Maris tamen superficies depressior est terrestri, quoniam littora ipsum continent: ac barometri altitudines majores ad mare, quam in terra observantur, quod signum evidentissimum est, majoris depressionis in mari, quam in superficie terræ, quam alluit.

393 Sunt qui putent mare continenter à polis versus æquatorem refluere; quod quam verum sit, definire non ausim. Minus verò motus, qui mari tribuitur intra tropicos ab oriente in occidentem mihi probatur. Quam enim afferunt rationem, facilioris navigationis ab Europa in Americam intra tropicos; admodum difficilis regressus per eamdem viam ex America in Europam, ut in prima sua expeditione expertus est Columbus; hoc non à motu maris ab oriente in occidentem, at à ventis orientalibus constanter intra tropicos flantibus, desumendam videtur. Quod si à ventis nonnihil aquarum superficies secundum suam directionem rapiuntur, motus hic mari omninò extraneus est, neque tamquam proprius ipsi adscribi debet.

§. II.

De maris æstu.

394 Oceani aquæ sub zonis torrida ac temperatis spatio 24 hor. ac ferè 49 min. bis attolluntur, ac deprimuntur; quod phænomenon maris æstum appellare consueverunt. Ceterum ut alterum ab altero motum distinguant, elationem aquarum *fluxum*; earumdem depressionem *refluxum* vocant. Æstus maris non multum græcos philosophos occupavit, eo quod in mari mediterraneo ferè insensibilis sit, cujus aquæ Græciam alluunt. Nec satis invenio, undenam Eulerus accepit, Aristotelem, dum in India cum Alexandro versaretur, voluisse motum maris refluentis sequi, ex quo retroactis

violenter undis, vi refluxus ab aquis suffocatus, morte curiositatis pœnas luit, ut refert tom. I. Epist. 63. Nam neque Stagiritam cum Alexandro in Indiam profectum usquam legi, et fluxus maris non ita instantaneus est, ut hominem etiam imparatum obruere queat. Scio à nonnullis referri, ipsum aut animi ægritudine, aut sui præcipitio in Euripum periisse, eo quod ipsius æstus concipere non posset. Hæc tamen narratiuncula inter vulgares fabulas à criticis relegatur. Quidquid sit de Aristotelis morte, illud certum, nonnisi per transennam de maris æstu ipsum agere in lib. de mundo cap. 5, ubi hæc habet: "Ajunt etiam multos æstus, undarumque sublationes statis quibusdam temporibus cum luna circumagi." Ceterum et Ciceronis (2 de Nat. D. c. 7), et Cæsaris tempore (lib. 4 de bel. Gallico), ac postea à Seneca (lib. de Prov. c. 1, et in quæst. lib. 3, c. 28), ac Plinio (lib. 2, c. 97) æstus maritimi nulla ambiguitate lunæ tribuebantur.

395 Et quidem nisi cacoethes novi aliquid proferendi, philosophos plerumque invaderet, octodecim illæ opiniones circa fluxum, ac refluxum maris à Ricciolio enumeratæ, quibus aliæ P. Castel, Fournerii etc. adjungi possent, haud quaquam recenserentur. Profectò æstus maritimi adeò cum lunæ motu consentiunt, ut nullum supersit dubium, ab hoc planeta præcipuè provenire; quæcumque tandem sit causa *pressionis*, aut *attractionis*, à qua exponi phænomenon oporteat. Nam in hoc demum inquiritur, ut ajebat Daniel Bernullius, in quanam

ex his duabus sententiis melius lunæ actio in marinas aquas exponatur. Nos rem in medio relinquentes, utramque opinionem explanabimus, præmissa phænomenorum narratione, de quibus nulla apud omnes est ambiguitas. Quæ quidem phænomena in tres classes distribuuntur; diurna nimirum, menstrua, et annua, de quibus singillatim, quam brevissimè tamen, agendum est.

396 *Phænomena diurna.* Singulis diebus, ut modo diximus, marinæ aquæ bis intumescunt, ac detumescunt; ita ut ad littora fluant, ac deinde refluant, siccam relinquentes partem, quam occupaverant. Fluxus durat horas 6 min. 12 idemque tempus in refluxu consumitur, atque ideo in duplici fluxu ac refluxu diurno 24 horæ, ac 48 min. impenduntur; quod adamussim respondet diei lunari, sive revolutioni diurnæ, qua luna ad idem meridianum regreditur. Aquarum elevatio maxima tribus circiter horis contingit, postquam luna per meridianum transivit, aut ad oppositum meridianum in altero hemisphærio appulit. Verum hiemis tempore intumescentia matutina major est vespertina; æstivo autem hæc alteram excedit. Demum in zonis frigidis nullus ferè animadvertitur marinus æstus.

397 *Phæn. menstrua.* In lunæ *quadraturis* seu primo et altero lunæ quadrante æstus maritimi minimi sunt: in *syzygiis* seu novilunio ac plenilunio, maximi observantur. Differentia est ut 9: 5, aut etiam ut 2: 1. Attamen in eadem lunæ periodo, ceteris paribus, ma-

jores æstus in conjunctione cum sole, quam in plenilunio contingunt. Hujusmodi autem incrementa ac decrementa sensim fiunt, prout luna à quadraturis ad syzygias, aut viceversa convertitur. Varietas etiam in æstu non exigua in aquarum elatione majore, dum luna in perigæo versatur, quam dum in apogæo existit, ceteris paribus, animadvertitur. Idemque contingit, quando per æquatorem decurrit, quam dum tropicos invisit; quo tempore minores sunt æstus præ altero.

Phæn. annua. In æquinoctiis æstus maximi in *syzygiis* notantur, in *quadraturis* minimi, quam sunt reliquo anni tempore. In solstitiis, æstus minores sunt, quam in ceteris lunæ revolutionibus menstruis intra annum occurrentibus: at in solstitio hiemali terra in *perihelio* existente, majores præquam in æstivo notantur, terra *aphelium* tum temporis tenente.

398 Schol. Prædicta phænomena non adeo generalia sunt, quæ plures exceptiones non patiantur. Nam 1. quantitas elationis aquarum varia est pro diversitate locorum: sub zona torrida ad 12 ped. elevari debere, attractionum calculatores definiunt; quod tamen ejus votis non ubique respondet. 2. Ad portum *Brivatum*, *Brest* dictum, ad 60 apud *Macloviopolim* vulgo *S. Malo*; ad 80, ad Bristolium in Anglia quandoque ipsos 100 ped. excedit aquarum sublatio; quod Eulerus angustiis, quibus Oceanus in his portubus coarctatur, attribuit, extensionem elevatione aquis compensantibus. Si enim, ait laudatus auctor; 12 ped. quos aquæ

sub zona torrida elevantur, ad nos usque tempore veri refluxus pervenirent, omnis ora maritima aquis oceani obrueretur: quod quam verum sit, aliis discutiendum relinquo. In Tunquinensi mari portus jacet *Batsham* dictus, qui semel tantum in die æstum sentit; præterquam in æquinoctialibus lunæ *syzygiis*, tum enim plane quiescit nullo æstu perturbatus. Alibi etiam plures quam duo dietim observantur maris æstus. 3. In mari mediterraneo æstus insensibilis est. In Adriatico verò ad aliquot pedes assurgit. Neque ad chartas geographicas provocare licet, ut è diverso utriusque situ lunæ actionem in ipsa diversam reperiamus. Planum quippe est cuilibet et chartas geographicas, et Italiæ positionem intuenti, in eadem directione jacere mare Adriaticum, et Ligusticum; in primo tamen æstus admodum notabilis, in altero prorsus insensibilis est, ut norunt omnes, qui utriusque oras legerunt. Quæ quum ita sint, atque à lunæ actione rem provenire, amoto partium amore, candidè profiteri debeamus: hujusmodi variationes ab occultis causis lunæ actionem impedientibus, variantibus, aut quoquo modo modificantibus proveniant, necesse est. Quæ tamen non phantasticis speculationibus in conclavi litterario, at sedula locorum inspectione; ac si fieri posset, alvei præcipuè maritimi perscrutatione definiendæ forent. Quod quidem optandum magis, quam separandum est. Sed jam ad expositionem systematum veniamus.

399 Cartesius à pressione lunæ in materiam subtilem vorticis terram ambientis (Phys. gen.

213) maris æstus derivat. Et 1. ponit terræ vorticem ellipticam formam habere, ex quo phænomenorum varietatem exponere conatur. Nam dum luna per ellipsim AGHI (fig. 37) circum tellurem agitur, materiam subtilem terrestris vorticis premit; ex cujus pressione in aquas BL aut EE fluxus ad oram maritimam consequitur, atque aquarum elevatio. Enimvero æstus in hemisphæriis oppositis BL, EE eodem tempore observatur, quod Cartesius recessui telluris à centro C tribuit. A luna enim superincumbente medio vortice AB compressa, nonnihil tellus recedit ab L in F: ex quo materia subtilis per minorem canalem FH transire cogitur, unde aquæ in L eodem modo atque in B, eodemque tempore comprimuntur.

400 Quod ad æstuum diversitatem attinet, eadem ingenii sagacitate rem expedit Cartesius. Etenim syzygiarum tempore in duabns extremitatibus axis minoris G, I luna versàtur; quare minore existente ipsius à terra distantia, pressio major consequi debet, ex qua compressione fluxus aquarum ad littora vehementior, atque elevatio major sequatur, necesse est. Quum autem æquinoctiorum tempore in minore orbis elliptici parte sol et luna versentur; aut congrediuntur in conjunctione, aut utramque extremitatem in oppositione occupant, unde materia subtilis per angustiorem canalem adacta, ac validius repressa, in subjectas aquas receptam impressionem transmittit, ex qua major earumdem ad littora affluxus tum temporis consequitur. En itaque phænomena generalia in sys-

temate cartesiano optimè explanata: quæ enim variationes peculiares observantur, in æstu, hæc littorum positioni, maris per occultos canales recessui, aliisque peculiaribus causis sunt adscribendæ.

401 Plura tamen sunt, quæ negotium facessunt in hoc systemate, neque umquam à medica manu reformatorum ejusdem opem validam obtinuerunt, ut rectius valerent; etiamsi geometricas demonstrationes nonnulli jactent, quæ ipsorum auditores tantum terrere possunt. Nam 1. systema totum hypothesi vorticum innititur, quæ hypothesis quam ruinosa sit, norunt omnes, qui partium amore non ducuntur (Phys. gen. 213). 2. In medio Oceano æstus tempore ex doctrina Cartesii aquæ deprimuntur, non attolluntur; maximaque aquarum depressio tempore, quo luna perpendiculariter imminet Oceano, exerceri debet: quam quidem depressionem quamvis dificile sit experimentis falsam ostendere, nescio an plures dociles auditores nanciscantur, quibus eam suadeant Cartesiani. 3. Adductio illa centri terrestris ex L in hemisphærio lunæ opposito, quæ nullis tabulis aut testibus comprobatur, materiam subtilem vorticis recedere quidem congeret ab L in H, pressionem tamen nulla materia subtilis contra aquas exercere potest, quoniam nullum est corpus, à quo in arctum redigatur, ut evenit in hemisphærio, in quo luna versatur; tum enim à luna, ac tellure coarctatur; unde pressio sequi debet. In opposito autem hemisphærio materia subtilis recedet, propte-

rea quod levissima est, ac movetur facillimè. 4. Quoniam pressio perpendicularis major est, quam obliqua, elationes maximè sub tropicis in loco, cui imminet perpendiculariter luna responderent: observationibus autem constat, aquas minus sub zona torrida, quam alibi assurgere, ita ut in Insulis Philippinis, atque in Oceano Pacifico vix ad plusculos pedes mare elevetur.

402 Newtonus ab attractione lunæ ac solis in aquas marinas exercita omnium æstuum phænomena dilucidare conatur, et quidem amoto partium amore candidè fatendum est, in ejus hypothesi generalia phænomena nitidè explicari, etiamsi in peculiaribus locorum æstubus ejus regulæ non observentur, quod etiam in cartesiana hypothesi evenire modò notavimus. Ac 1. Newtonus ponit, aquam maris fortius à tellure attrahi, quam à luna, et sole simul attrahatur: at quoniam luna quam proxima terræ est respectu solis, ejus attractio in aquas non adeo insensibilis est, quæ effectum conspicuum in ipsis non producat. Quod pariter ad actionem solis extendendum est, cujus moles maximam ejus distantiam compensat. 2. Calculo inito virium utriusque planetæ, aquas Oceani ad 12 pedes sub æquatore elevari deducit; ex quibus novem pedes $\frac{3}{4}$ lunæ competunt, 2 ped. $\frac{1}{4}$ soli tribuuntur. 3. Sol et luna continenter respectu terræ positionem mutant; ita ut quandoque eorum vires simul conspirent, postea sensim recedant, angulari obliquitate continenter variata; ac proinde effectus

virium etiam variari debet. 4. Aquarum inertia, atque in terræ centrum gravitatio non parum motui ab attractione luminarium imprimendo resistunt; adeoque paulatim massæ aquarum communicari debet motus, vi cujus elevantur. Hinc affectus virium attractivarum non instantaneus, at successivus esse debet, ac æstus sensim crescere; ex quo fluxus complementum, non quum luna per meridianum transit, sed tardius; duas videlicet horas, aut paulo serius postquam meridianum est prætergressa, experiri debet.

403 His positis, ad phænomenorum expositionem intrepidi descendunt newtoniani, omniaque ex præjactis fundamentis nitidè consequi affirmant. Nam quod ad phænomena diurna attinet, 1. elevationem contemporaneam aquarum in duobus oppositis hemisphæriis spontè ex attractione lunæ derivari contendunt. Ponamus lunam in puncto L (fig. 38) centro terræ T imminere, aquasque maris ipsam circumambientes in FCIO intelligamus: aquæ ad C erunt in *conjunctione*, ad O in *oppositione*; dum F f sunt eodem tempore in *quadratura* cum luna L. Partes in C propiores sunt lunæ, quam in F f; adeoque magis ab ipsa attrahuntur. Deinde partes in C actione perpendiculari, ac proinde simplici atrahuntur; at in F f obliquè, actione proinde, quæ in duas resolvi potest, atque ex hac virium æstimatione utraque vis debet compuputari (Phys. gen. 178, et seq.) Actio in C aquas ad lunam tota sua vi ascendere cogit, ac punctum etiam T seu centrum telluris eodem

modo ad se trahit: non ita evenit in F f, ubi actio L F in duas directiones resolvitur A F, F T, ex quibus F T ad centrum telluris aquas attrahit; ac proinde hæc vis accrescit gravitationi aquarum in centrum, ex quo ipsarum depressio consequitur, quo tempore in C elevantur. Idem dicendum de parte altera *f*, ne eadem repetamus.

404 Porrò ex legibus attractionis in ratione directa massarum, et inversa quadratorum distantiæ, partes in C magis, quam in T existentes ad lunam accedunt, et hæ magis adhuc quam in O. Quare ex pressione majore aquarum in F f contra centrum T, et ex hujus recessu, seu attractione, vi cujus accedit ad partem C, quasi ab O recederet, elevatio aquarum ad partes O, hemisphærii oppositi hemisphærio C, sequatur, oportet. Quum verò luna fuerit per quadrantem promota, puncto F imminebit, in quo omnia procedent eo modo, quo in C evenire demonstravimus, ac proinde aquæ in F f elevabuntur, in C et O deprimentur. Exemplo sphæræ id amplius illustrant; quam si ad polos compresseris, elevatio in duobus punctis ejus æquatoris exinde consequitur. Et quoniam aquæ in F f descendunt modo explicato ob auctam contra centrum T gravitatem; in duobus aliis punctis C, O earum elevatio hac etiam de causa conspicua fiet. Hinc dum luna est in horizonte, in meridiano loci aquæ deprimuntur, ac refluxus habetur, quum ad meridianum appellit, intumescentia major, modo supra (art. 402, num. 4) exposito, consequi debet: quod pariter dicendum de occasu lunæ

ac ejus transitu per meridianum oppositum, in quibus et refluxus, et intumescentia ob easdem causas iterantur.

405 Verum luna quotidie 48 min. suum regressum ad eumdem meridianum retardat; quare totidem minutis quotidiani fluxus etiam retardari debent, eo quod dies lunaris 24 horis 48 min. circiter constat. Quæ periodus constantissimè in æstu observata; opiniones *ingurgitationum* et *regurgitationum*. P. Castel, et *fermentationum* P. Fournerii, perinde quasi mare febri intermittente laboraret, omnino pessundat. Qui enim fieri potest, ut per tot sæcula, etiam ubi à generali fluxuum ac refluxuum regula dissident æstus marini ad lunæ motum se conformarint, si nullum ad ipsum respectum habent? Sanè hoc majus portentum esset, quam mirabiles elationes maris.

406 Corol. Ex hactenus declaratis planè consequitur, verum fluxum ac refluxum intra tropicorum viciniam tantum haberi posse, quandoquidem luna intra Zodiacum cursum suum peragit, parum à tropicis discedens. Unde æstus marini, qui extra tropicos observantur; sunt tantum per communicationem, ab aquarum æquilibrio provenientes (Phys. gen. 331). Hinc etiam sensu contrario fiant, oportet; quoniam aquis ad æquatorem telluris confluentibus; ab oris extra tropicos existentibus versus eamdem partem ferri debent, ac proinde refluere: contra autem tempore veri refluxus, mari sub zona torrida detumescente, ad oras maritimas zonarum temperatarum refluat, necesse est; unde

tunc fluxus inibi notari debet. In zonis verò frigidis ob magnam ab æquatore distantiam æstus aut nullus, aut penè insensibilis erit.

407 Phænomena menstrua ex attractionis doctrina juxta newtonianos etiam spontè fluunt. Etenim 1. Majores æstus in syzygiis manifestari debent, quum sol et luna conjunctis viribus agunt, quando in eadem linea reperiuntur, aquas ad se attrahendo. Perspicuum namque est solem et lunam, dum conjunctio celebratur, simul inveniri, sub eadem nimirum directionis linea; aut parum ab ea dissita, qua ad tellurem feruntur. In plenilunio etiam in oppositione existentes duo illi planetæ sub eadem linea fermè jacent hinc illinc in oppositis hemisphæriis; unde et aquas ad se trahunt, sub his punctis respondentes. 2. Ob rationem oppositam in quadraturis lunæ æstus maris minores esse debent: tum enim sol et luna in aquas non agunt viribus conjunctis, sed quodammodo oppositis, ac invicem sese elidentibus, ut è dictis super. art. de æstu quotidiano in hemisphæriis 90 grad. à luna distantibus, in quibus aquæ deprimuntur, planum est. In quadraturis enim luna à sole 90 grad. distat, unde depressio, aut elevatio quæ ab actione lunæ oritur, ab attractione solis nonnihil eliditur. Fac lunam in L (fig. 38) in quadratura existere cum sole puncto F imminente: elevatio aquarum in C secum trahit depressionem in F (403): at attractio solis puncto F imminentis aquas elevare conatur: ergo minor erit actio lunæ tum in elevandis aquis in C, tum in illis deprimen-

dis in F. Differentia nimirum virium utriusque planetæ quantitatem dabit utriusque æstus in syzygiis et quadraturis, ita ut si fluxus in syzygiis 12 ped. respondet, in quadraturis ad 9. circiter ped. tantum ascendet. In quo etiam calculo computari debent major lunæ ac solis à tellure recessus, actionis obliquitas, ac si quid aliud est, quod vires utriusque planetæ variare queat. Hinc luna perigæa existente, major erit elevatio aquarum, quod pariter dicendum, dum peræquatorem cursum suum peragit, quæ omnia in phænomenis menstruis computantur. 3. A syzygiis ad quadraturas fluxus matutinus major est vespertino; quod sensu contrario evenit, dum à quadraturis ad syzygias luna properat. Nam æstus à syzygiis ad quadraturas sensim minuuntur, et contra à quadraturis ad syzygias sensim pariter augentur. Unde differentia inter utrumque æstum consequitur, ut rem perpendenti perspicuum sit.

408 Denique annuæ variationes in æstu maris haud ægrè ex his, quæ hactenus de phænomenis diurnis ac menstruis explanata sunt, declarabuntur. Luna siquidem ac sol æquinoctiorum tempore sub æquatore versantur in syzygiis; quare nil mirandum, si ab actione virium cojunctarum, ac perpendiculariter telluri imminentium, intumescentia aquarum major sit quam reliquo anni tempore: quod etiam minorem esse debere in quadraturis æquinoctialibus pariter ostendit, ut art. præced. explanavimus. 2. Quod si præcedens phænomeni explicatio vera est, verum pariter erit in solstitiis æstus

fore minores: tum enim obliqua est actio utriusque planetæ in tropicis decurrentis. 3. Enimvero in solstitio hiemali sol terræ vicinior est, quam in æstivo; unde ceteris paribus æstus hieme majores, atque æstate futuri sunt. Et quidem sensu inverso atque hieme experiuntur, scilicet matutini æstus minores quam vespertini, quod sensu contrario hieme accidit. Nam à mense junio tellus quotidie ad solem accedit, à mense decembri ab ipso recedit: unde fluxus vespertini æstate majores esse debent quam præcedentes matutini, hieme autem hi illis majores. Æquinoctiorum verò tempore ob mediam utriusque planetæ distantiam matutini æquales nocturnis observabuntur. Sedulò tamen quatuor sequentes casus notandos admonet Canterzanus. 1. Quando declinatio solis ac lunæ est ejusdem nominis ac latitudo maris, in quo æstus marini considerantur; scilicet quum declinatio solis ac lunæ australis est aut borealis, et latitudo ad quam mare jacet, eadem sit ac declinatio utriusque sideris. 2. Quando declinatio lunæ est ejusdem nominis, solis verò diversi. 3. Si solis declinatio eadem sit ac maris subjecti latitudo, lunæ verò diversa. 4. Quando utrumque sidus jacet ad plagam oppositam mari, in quo æstus considerantur. In primo enim casu æstus erit maximus, in altero major erit medio, quin maximus sit, in tertio minor medio, quin minimus sit, in quarto demum absolutè minimus. Quæ quidem de fluxu matutino intelligenda sunt. Quod si de vespertino loquen-

dum sit, in primo casu erit minimus; in altero minor medio, quamvis non minimus, in tertio major medio, in quarto denique absolutè maximus. Quæ quidem ceteris paribus intelligenda veniunt: quoniam qui dicti sunt æstus *maximi* et *minimi*, gradus admittunt, prout circumstantiæ variantur. Esto exemplum fluxus matutinus maximus, qui declinatione solis ac lunæ ejusdem nominis ac latitudo maris existente, locum habet, major erit luna ac sole *perigæis*, quam ipsis *apogæis* manentibus, et sic de ceteris. Habes newtonianam theoriam, in qua generalia quidem phænomena dilucidè explanari, quisquis amore partium non dijudicat, confiteri non gravabitur. Sunt tamen quædam alia art. 398 exposita, quæ difficiles explicatus habere tum in newtoniana, tum in quacumque alia hypothesi, ingenuè fatemur. Ceteroqui hujusmodi variationes tribui possunt marium positioni, fretorum angustiis, littorum inflexioni, currentium aquarum impactui, aliisque innumeris latentibus causis, quas intimè cognoscere, illi solum datum est, "qui conclusit ostiis mare, quando erumpebat, quasi de vulva procedens.... circumdedit illud terminis suis, et posuit vectem et ostia, et dixit: usque huc venies, et non procedes amplius, et hic confringes tumentes fluctus tuos." (*Job. c.* 38, *v.* 8.)

CAPUT QUARTUM.

De aqua concreta, seu glacie.

409 Omnibus notum est, aquam frigori expositam, si hoc ad quemdam gradum processerit, ab eo condensari, atque ab statu liquiditatis in corpus solidum transire, quod *glaciem* appellamus. Hunc esse *naturalem* aquæ *statum* contendunt plures physici, eo quod ad statum fluiditatis transire nequeat, nisi mediante introductione materiæ caloris, et cum eadem *combinatione*. Et quidem si *status naturalis* ille dicendus est, quem corpus sine alterius permixtione obtinet, status naturalis aquæ est ille *concretionis*, à quo nonnisi *calorici* introductione deturbatur. Quod pariter de reliquis corporibus fluidis dum venit, ut in Dissert. 3, cap. 1. ostendimus. Ceterum hujusmodi quæstiones verborum citius quam rerum sunt controversiæ: ac nobis status fluiditatis in aqua naturalis habendus est, quoniam et eumdem semper affectat, et constanter retinet, nisi à frigore quasi violenter ab ipso deturbetur.

410 Aqua aere frigido circumdata calorem liberum amittit, atque adeò frigescit (269, 302) at *statum liquiditatis* non amittit. Verum si *caloricum combinatum* (269) eam deserat, à quo separationem partium obtinet, ac mobilitatem, molleculæ ejusdem sensim accedunt intimè conjunguntur, atque à vi cohæsionis

adhærescunt, corpus compactum mobilitate amissa componentes, quod *glaciem*, *nivem*, *grandinem* vocamus. Hæc enim omnia diversa tantum partium conjunctione differunt, re tamen ab eodem principio originem ducunt.

411 Hireus, Muschembroek, Para etc. ad congelationem requirunt introductionem particularum, quas *frigorificas* appellant, atque ab eisdem glaciem ejusque species provenire contendunt. Hujusmodi particulas frigorificas jam alibi explosimus (301), quippe nullo sufficiente fundamento introductas, atque ad ea præstanda, quæ ab ipsis exigebantur, inutiles. Nam neque ad volumen glaciei augendum sunt necessariæ, ut mox ostendemus, et evaporationem ipsius nullo modo promovere queunt, ut ab eorumdem assertoribus præstare jubebantur. Si enim ideò evaporationem glaciei promoverent, quod ejus partes à se mutuo recedere compellunt, cur insimul accedere cogunt producendo concretionem? Demum analysi glaciei, nivis, grandinis pluries instituta, hujusmodi particulæ salinæ numquam inveniri potuerunt, quemadmodum ubi reapse sunt, post resolutionem apparent.

412 Opponit Para. "Si causa unica congelationis aquæ esset ignis absentia, aqua denuò liquescens pristinam qualitatem, et salubritatem recuperare deberet, quod adhuc experientiæ adversatur. Constat enim aquam ex glacie non ita plantis, et animantibus salubrem esse, ut pluviam aut fontanam, cruditatem habere, quæ gustando sentitur, quæ

quid extraneum aquæ immixtum indicat, quæ non satis illam aptam reddit *caffè*, *the*, ac cibis decoquendis, cui struma illa tribuitur, qua plerumque Alpini populi laborant, ubi fontes glacie et nivibus solutis formati heterogeneis corporibus exui non potuerunt, à quibus aquarum congelatio orta erat." Si hæc ita se habent, ut Para asserit, aqua frigida etiam easdem qualitates haberet, quoniam frigefieri nequit, nisi à particularum frigorificarum introductione, à quibus tot mala in aqua à glacie aut nive resolutis proveniente derivari contendit noster auctor. Quandoque enim in frigida nondum concrescente major frigoris intensitas è thermometro experta est, quam in nive aut glacie ut testatur Brissonus pluries id observasse in aqua immota, ac libero aeri exposita, à quo planè quiescente nullo vento agitaretur. "Quies, *inquit*, tam aeris, quam aquæ impedit, quominus aqua concrescat, etiamsi gradum frigoris majorem acquisiverit quam ille sit, à quo naturaliter liquiditatem amittit. Ceterum simul ac vel tantillum à vento, aut alio modo agitatur hæc aqua, concrescit. Hoc primum Farenheit admirabundus notavit, ac postea plures alii idem observarunt. Sed quod mirandum magis in hoc phænomeno occurrit, est, quod hæc aqua, quæ thermometro *septem gradus* infra terminum congelationis existente, liquida permanserat, statim ac in glaciem vertitur, thermometrum septem illos gradus ascendere facit, atque adeo ad terminum congelationis seu ad zero re-

trocedit. Quod quidem paradoxon solum experientiæ auctoritate suaderi potest." Phys. art. 1087. Ac meo quidem judicio particularum *frigorificarum* inventum omnino pessundat, ut rem sine præjudicio consideranti patebit. Quæ de vitiis ab aqua è glacie proveniente asserit Para, aut illa generalia non sunt, aut à particulis à glacie, nive, grandine, ex atmosphæra absorptis, aut è locis ubi colliguntur provenire, suspicari meritò possumus. Fluviales enim aquæ à nivibus montanis majorem partem originem ducunt, quas ipse Para à prædictis vitiis immunes asserit.

413 Ceterum aqua congelatione volumine augetur, quod et glaciei super aquam natatu, et sequenti observatione comprobatur. Sit phiala DB (fig. 39) vitrea longo collo instructa, quæ aqua usque ad colli initium G aut H impleatur, atque intra confectionem glaciei aut nivis sale aut nitro permixtæ RSTV, ut fieri solet, immergatur, aut aeri hiemali infra gelu thermometro existente exponatur; primo quidem aqua ab G in F elevatur, dum congelationi proxima est, deinde post modicum tempus paulatim ab F usque ad G descendit, sed paulo post sursum iterum impellitur à G ad H, aut E, quo tempore incipit gelascere, augetque continenter suum volumen, donec acus glaciales compareant in I. Demum congelatione procedente semper ascendit ab I ad D, donec collum tandem superet vasis, à quo continetur. Causa hujusmodi expansionis in glacie sunt bullæ aeris

tempore concretionis aquæ formatæ, eo quod aer intra molleculas aqueas dispersus, earumdem ob calorici desertionem accessu in bullas colligitur, quæ quoniam exire ob aquæ concretionem nequeant, intra glaciem remanent. Quumque ob conjunctionem plurium mollecularum aeris in bullas conformati, virtus expansiva ipsis accrescat; inde voluminis augmentum in aqua concreta originem ducit, ut plerique post Mairanum existimant. Quod etiam glaciei formatione ex aqua aere in machina pneumatica depurgata comprobatur, quæ in voluminis paritate majus pondus habet, quam glacies communis: quamvis numquam ad æquilibritatem cum aqua soluta revocari queat, eo quod hæc perfectè ab aere nulla diligentia liberetur, plurimis aeris particulis intra ipsam remanentibus.

414 Ab aeris intra glaciem contenti elasticitate, mira illa vis profluit, qua glacies durissima etiam corpora disrumpit. Celebre est Hugenii experimentum, quo tubus ferreus digitum crassus aqua plenus, ac benè clausus aeri gelanti expositus, post 12 horas duobus in locis, à glacie intus formata, disruptus fuit. Vis hæc, qua tubus diffissus à glacie fuit, si calculis Muschembroekii fidem habemus, pondus 27720 librarum elevare potuisset, quod sanè difficile creditu est. Ceteroqui ex hoc tentamine non ægrè concipimus, cur à glacie vasa figulina rumpantur, scilicet quibus pavimentum viarum sternitur, si madidum sit, subleventur; ac nonnumquam lapides milliores

diffindantur, aquæductus crepent, nisi aquæ cursus inhibeatur, aliaque innumera. Hinc etiam intelligitur, cur fructus, planetæ, ac robustiores quandoque arbores à gelu corrumpantur. Nam partes aquosæ intra fibras contentæ dum gelascunt, in majus volumen distentæ ipsorum fibras rumpunt, ac interna organizatio destruitur. Quod etiam hominibus in regionibus frigidioribus evenire testantur earumdem incolæ naso, auriculis, digitis etc. mulctati à sanguinis et humorum in his membris congelatione. Remedium præsens, quando membra gelari incipiunt, est eorumdem in nivem, aut glaciem contusam immersio, aut cum ipsis confricatio; deinde in frigidam, quæ minorem frigoris gradum, quam nix contineat, immergitur, quæ per gradus sensim incalescat, donec sanguis ad pristinum motum paulatim restituatur. Si enim in calidam statim infunderetur, à violenta caloris introductione, ac fluidi solutione fibræ disrumperentur, et membrum postea computresceret; ut tristi experientia pluribus innotuit.

415 Quæ duo status, seu extrema opposita in aqua videntur, fervor et glacies, dissimiles omnino in intensione exitus habent. Calor enim in aqua ebulliente quocumque igne admoto, non augetur: contra frigus in glacie augeri potest, si aeri frigidiori continenter expositum sit, aut sale marino, nitro, *spiritibus ardentibus*, aut acidis commisceatur. Quod ad primum attinet, observatum est in mari septemtrionali, glaciem à frigore adeo indurescere,

ut marmoris resistentiam superet, ac difficillimè malleis comminui possit. Memoriæ proditum est Petropoli anno 1740 constructum fuisse palatium, eleganti architectura elaboratum, 52 ped. longum, 30 altum, ac 16 latum è laminis glaciei è flumine Neva extractis, quarum crassities ad duos ac tres etiam pedes porrigebatur. Ante palatii fores sex tormenta bellica è glacie formata collocata fuerunt, suis rotis ex eadem materia constructis imposita, et duo mortaria emittendis *bombardis* apta; utraque ea magnitudine, qua ænea tormenta construi solent. Tubi capacitas in tormentis ad mensuram illorum, quæ tribus pulveris nitrati libris onerantur, exacta erat: quartam verò partem tantum pulveris adhibere placuit, ut incenderentur: quo facto globus ferreus, quo oneratum erat unum ex tormentis, tabulam duos pollices crassam ad sexaginta passus distantem perforavit, quin tormentum, cujus crassities 4 poll. erat, in explosione disrumperetur. Quæ omnia ab intensitate frigoris, qua glaciei, seu aquæ concretæ particulæ coarctabantur, provenire manifestum est.

416 A salibus, ac spiritibus ardentibus frigus glaciei intendi, innumeris experimentis comprobatur, atque experientia quotidiana in sorbillis glaciatis conficiendis edocemur; et, nisi parte salis marini nix, aut glacies commisceatur, frigus non obtinetur illis conglaciandis requisitum. Experientia docuit octo glaciei partibus, tres salis adjungi debere, ut frigus convenienter excitetur. Ex quo illud

mirandum sanè consequitur, quod sal glaciem aut nivem dissolvit, intensius frigus in eis excitando, quam antea habebant in statu concretionis. Hoc quidem phænomenon difficiles habet explicatus in eorum sententiam qui liquiditatem ab actuali partium motu oriri contendunt, atque à salibus ideo frigescere ajunt liquida, quia eorumdem motum retardant. In solutione enim glaciei liquiditas à sale oritur, atque ideo partium motum citius auget, quam retardet, simulque frigus in glacie soluta intendit: nimirum glaciem dissolvens, ipsamque ab statu soliditatis ad statum fluiditatis traducens, maximam ipsi caloris continendi capacitatem impertit. Dicendum itaque mobilitatem respectivam partium ad liquiditatem sufficere; intensitatem verò frigoris ab imminutione *calorici* in statu libertatis provenire. Nam sal et glacies invicem commiscentur, quod et partium mobilitatem inducit, et fusionem promovet glaciei. Ab hac etiam penetratione mutua, seu insinuatione in poros, *caloricum* liberum inde expellitur, aut cum glacie *combinatur*, ut illam ad statum liquiditatis traducat (268, et seq.). Quod autem invicem quodammodo sal et glacies penetrentur, aut intimè commisceantur, tum à reciproca fusione, quum etiam à minore spatio, quod postea occupant, luculenter demonstratur.

417 Evaporatio glaciei aliud est phænomenon singulare, quod attentionem physicorum excitavit. Compertum namque jampridem fuit non solum glaciem evaporare, verum etiam

aquam et glaciem temporibus æqualibus, si cetera sint paria, evaporationes inæquales exhibere excessu à glacie stante. Mairanus id tribuit scabrosæ superficiei, quæ in glacie animadvertitur, ac majori ipsius volumini, quibus de causis majorem superficiem quam aqua aeri præsentat, ex quo evaporatio major in glacie oriri debet. Sed hoc jam ad aquam in statu vaporis considerandam nos spontè adducit.

CAPUT QUINTUM.

De aqua in vapores resoluta.

418 Quando aqua majorem caloris gradum acquirit, quam habeat aer ipsam ambiens, *materia caloris*, quæ semper ad æquilibritatem se componere nititur (264), ex aqua in aerem transit, partes aquæ subtiliores, ac minus adhærentes secum deferens: cum quibus *combinata*, eas in vaporem, aut *fluida elastica* transformat (156, et seq.), quæ omnia peculiares qualitates acquirunt prorsus ab aqua diversas. Ac de fluidis quidem elasticis jam loco citato ea tradidimus, quæ magis ad rem nostram convenire visa sunt: nunc ad naturam vaporis aquei considerandam tantum incumbimus.

419 Ac primò quidem vapores aut *visibiles* sunt, ut quum ex aqua ebulliente sursum avolant; aut omninò sensus nostros fugiunt, ut cœlo sudo evenit, ob attenuationem globulorum, qui ad insensibiles mollecullas reducuntur. Verum si aer humidus foret ac frigidus, ut vapor satis conspicuè se videndum exhibet, ut

hieme observatur in aqua è profundioribus puteis extracta; quod æstivo tempore non usuvenit, eo quia temperies atmosphæræ et aer siccior molleculas aqueas attenuet, disgreget, atque ita insensibiles reddat: quod plerumque fit temperie supra 18 grad. thermometri existente.

420 Calorici cum molleculis aqueis combinatio ad eum gradum illas rarefacit, ut comparatis voluminibus, vapores 14000 aquam volumine excedant. Polius à divisione particularum aquæ vi caloris facta, ac proinde superficierum ejusdem multiplicatione (Phys. gen. 63) juxta radicem cubicam partium, in quas fluidum dividitur, hoc voluminis augmentum desumit. Verum hujusce voluminis amplificatio veram causam habet *caloricum* in aquam sese insinuans, ac proindè ipsam dilatans (266), ut ad statum fluidi elastici traducat: quumque *basibus* aquæ resolutis (160), *hydrogenio* nimirum et *oxygenio* (184) insaturabilis quædam *calorici* admittendi capacitas adsit; ex hac calorici introductione, seu combinatione cum principiis aqueis hæc voluminis amplificatio penè incredibilis ortum ducit. Quod ut exemplo ostendam, fac saccarum, et aquam simul commisceri in determinata aliqua quantitate, puta ad unciam utriusque: in hac dissolutione infinita quædam capacitas intelligi potest suum volumen augendi, dissolvente, seu aqua in ipsam infusa; adeò ut integrum oceanum recipere queat, atque adeò eo usque suum augere volumen. Idem pariter à *calorici* introductione, dum

cum aquæ *basibus combinatur*, dictum habe.

421 Atque ex hoc fonte mirabilis illa vis in vaporibus animadversa repeti debet, qui, tenuissimi quum sint, pulveris nitrati vim longè superant. Nam si in tubum tormenti bellici minoris paucas aquæ guttas infundas, ac deindè globus plumbeus arctè constrictus, ut vapori exitus prohibeatur, in ipsum tubum immittatur; his ita dispositis extremitas tubi, ubi aqua jacet, debito modo, ne per foramen effluat, ad ignem applicatur. Quando vapor è foramine comparere incipit, quod signum est aerem foras expulsum esse, foramen ritè occluditur, ut vim vaporis continere possit, ne illac perfluat: tubus deindè iterum valido igni admovetur: quo facto, à vaporis dilatatione tanta vi ac strepitu globus exploditur, quanta à pulvere pyrio accenso fieri solet. Quare nihil mirandum, si tormentum bellicum ex muralibus ad tres quartas partes aqua oppletum, atque exactè obturatum, postquam 24 horas ignem ipsi applicatum sustinuisset, in plura fragmenta disruptum fuerit, ut à pulvere pyrio tormenta, quæ *bombas* vocant, crepare solent. Ex his notionibus inventa est *antlia vaporis*, in qua scilicet a vapore aqueo sursum versus elevatur embolus aquam suspendens, atque extra tubum antliæ ipsam effundens: ex quibus quædam sunt, quæ 43,500 libras ponderis suspendunt, ut est illa in Challotensi oppido sita, à Brissono memorata.

422 Aliud etiam interest discrimen inter aquam ac vapores ab ipsa generatos. Aqua nimirum ultra 80 grad. caloris à thermometro

indicatum non calefit; quamvis potentissimo igni longissimum tempus applicetur (415); contra in vaporibus evenire docuit experientia. Nam Londini, testante Josepho Polio, tubus metallicus à vaporibus aquæ ebullientis intra ejus capacitatem condensatis adeò calefactus fuit, ut tandem incanduerit, perindè ac si fornacis ignis applicatus fuisset.

423 Cur autem, inquies, aqua 80 grad. caloris prætergredi non potest, vapores autem nullis limitibus ipsum recipiunt? Quia, inquam, 80 grad. caloris aqua prætergressa, in vapores abit à calore attenuata: quare excesus ille calorici supervenientis, omnis in evaporatione consumitur, et cum vaporibus avolat. Quod si evaporatio aquæ penitus inhibeatur, ut evenit in *olla papiniana*, in qua ob operculum in modum cochleæ conformatum, omnis evaporatio cohibetur, calor in aqua intra ollam contenta adeò increscit, ut ossa animalium durissima, cornua etc., in modum crassioris jusculi convertat, à calore ob suppositum ignem concepto. Tum enim *caloricum*, quod aquæ evaporandæ insumi deberet, eidem celefaciendæ inservit; ob idque tantam vim acquirit, ut tenacissima corpora dissolvat, atque in glutem reducat. Quod si contingeret, ut olla papiniana, veluti tormentum illud art. 421 memoratum ab aqua disrumperetur; pars hujus liquoris, siqua post explosionem remaneret, statim ad temperiem 80 grad. adduceretur: reliquo calore cum partibus avolantibus dissoluto.

424 Nam evaporatio plurimum à pondere

aerem comprimente dependet: ita ut, quo minus aer densus fuerint, eo facilius evaporatio obtineatur. Idcircò in verticibus altissimorum montium aqua multò minore gradu caloris ebullit, quam in humilioribus locis; quod etiam in vacuo notatum est in machina pneumatica, ubi liquores minimo gradu caloris citissimè ebulliunt. Affinitatum chemicarum assertores (*Phys. gen.* 165) hoc phænomenon ab aucta aeris cum calorico affinitate derivant. A pressione enim, quam aer patitur, majore, vel minore, ejus cum calorico affinitatem minui vel augeri contendunt; ita ut, quo rarior est aer, eo citius *cum calorico combinetur*; pressione aucta hujusmodi *combinatio* ægrius obtineatur. Effectus quidem verus est, causa autem dubia: nisi effectum pro causa usurpare velis, aut id significare nomine affinitatis, quod talem effectum producit; quæ in rebus obscuris una superest via ad id significandum, quod minimè comprehenditur.

CAPUT SEXTUM.

DE METEORIS AQUEIS.

§. I.

De Meteoris non lucentibus.

425 METEORA ita dicta sunt, quia in atmosphæra, seu loco sublimi ortum habent, aut se conspicienda præbent, quasi sublimia, aut in altum elata diceres. Ex his, quæ à vaporibus

generantur, quædam sunt, quæ nulla signa lucida ostendunt, ut ros, pruina, nebula, nubes, pluvia, nix, grando, de quibus nunc sermo nobis est. Alia à reflexione lucis satis vivida *lucentia*, et *emphatica* vocantur, quæ §. seq. exponentur. Ceterum omnia à vaporibus terrestribus generantur, quin ullum signum accensionis in ipsis cernatur, ut in meteoris ignitis usuvenit, de quibus cap. 4. Dissert. tertiæ jam egimus.

426 *Ros* est invisibilis quædam pluvia sudo tempore, aere tranquillo, mane ac vespere ex humilioris atmosphæræ concretis vaporibus proveniens. Muschembrock tria roris genera distinguit. 1. Qui è plantis exsudatur, ac in eorumdem foliis concrescit. Evaporatio enim plantarum copiosissima est, ut Hales in *Statica Vegetabilium* tentaminibus omnis generis à se factis luculenter ostendit. 2. Qui de tellure in atmosphæram ascendit, ac vespertinus, seu serotinus dici solet. Experimentis enim Fayi constat, rorem vespertinum vaporem esse terrestrem in atmosphæram avolantem, qui circumstantibus corporibus adhærescit. Positis namque laminis in quadam à terra distantia, pars superficiei cœlum respectans sicca vespere, mane rorida invenitur: contra verò, quæ tellurem despicit, vespere rorescit, matutino tempore nullum concretum rorem exhibet. 3. Qui ex atmosphæra in terram delabitur, quique ex evaporatione vespertina sursum evectus, à matutino frigore concrescit, graviorque factus in tenuissimas guttas concretus deorsum versus

delabitur; ut mox ubi de *pruina* trademus.

427 Notatu dignissimum est, laminas metallicas rori colligendo adhibitas, vix aut ne vix quidem ipsum colligere: vitreas autem ipso copiosissime infici. Si in vitrea patina aliquot hydrargyrii unciæ deponantur, in his circumferentiæ partibus, quæ à mercurio remotiores sunt, magna vis roris colligitur: sensimque roris quantitas minuitur, ita ut in mercurio nullum roris vestigium notetur. Orlandus quidem à viribus attrahentibus majore vel minore efficacia donatis hoc phænomenon repetit. Horvathus quamvis attractionis sectator, igni electrico attribuit. "Nempe, ait laudatus philosophus, quoniam vapor electricus facilem habet per metalla progressum, non item per corpora idioelectrica, uti sunt vitrum, porcellana; si frigus nocturnum ejus vaporis quantitatem mutet in guttulis aqueis, metalla illicò recuperabunt æquilibrium cum iis, in saturitate respectiva situm, difficilius corpora idiolectrica; quare roris guttulæ his tamquam diverso electricitatis gradu præditis adhærebunt, non item metallis. Eadem esse videtur causa, quod in cubiculo vapores nocte perfrigida adhæreant vitreis fenestrarum tabulis, non item plumbo." *Phys. part. art.* 301.

428 *Pruina* est ros concretus à frigore matutino, atque inter glaciei species tenuiores numeratur. Sæpiùs etiam ingruente magno frigore in vitreis laminis fenestrarum manè vapores in conclavi, in modum pruinæ collecti conspiciuntur. Nam calor vaporis in cubiculo con-

tenti, dum ad æquilibrium tendit cum externo frigidiore aere, ad vitrum particulas aqueas deserit, quæ ipsum penetrare non possunt, inibique calore destitutæ glaciantur. Idem evenit in halitibus animalium, ac transpiratione, quæ sæpissimè hiberno tempore in forma tenuissimæ nivis, aut pruinæ ubi recipitur, concrescit.

429 *Nebula* ex vaporibus nocturnis crassioribus formatur, præsertim qui ex evaporatione aquarum stagnantium, aut leniter fluentium ascendunt. Idcircò lentè admodum in altum nebula evehitur, quod vapori subtiliori non evenit: illa enim ex pluribus globulis contiguis, et quodammodo adhærentibus coalescit; vapores autem, ac ros ex ipsis concretus globulis insensibilibus, nec nisi quum superficiebus adhærent, se contingentibus constant. Ros et nebula aere tranquillo generantur: vento enim fortiùs spirante, aut cœlo nubibus obducto raró aut numquam hæc meteora, præsertim ros, observantur. A vento enim particulæ aquosæ, aut vaporosæ dissipantur: nebuloso cœlo radii solares non satis terram calefaciunt, ut vapores subtiliores ascendant.

430 Nebulæ sæpius odorem quemdam sulphureum, aut fœtentem reddunt; quod particulis extraneis ipsis admixtis à terra evaporantibus tribui solet. Hujusmodi nebulæ sanitati viventium perniciosæ sunt, ac sata, fruges, fructus corrumpunt. Quod tamen P. Bivald, apud Horvathum, asserit, secundum recentissimas observationes ab insectis minimis, quorum ovula aristis, spicisque segetum, aut calicibus,

corollisque florum adhærent, lenique atmosphæræ calore, aut humiditate excluduntur, repeti debere. Scio apud litteratos etiam usus quosdam juxta ætatum indolem invalere, ut omnia ferè naturæ phænomena ex principio tum in opinione recepto explanet. *Electricismus*, *magnetismus*, *phlogisticum*, *animalcula* etc. *quæ jam cecidere*, luculentum sunt hujus effati testimonium: *cadentque*, *quæ nunc sunt in honore vocabula*, affinitatis, caloricum, fluida elastica, bases combinatæ etc. *Si volet usus* ab alio celebri nomine inductus.

431 *Nubes* sunt nebulæ sublimiores, ut facilè animadvertet, qui in altiores montes delatus, ubi nubes apparent humiliora loca tenentibus, se à nebula circumdari circumspiciet. Hinc nebula et nubes nomina sunt diversa eidem meteoro attributa, ac tantum diversam ejusdem posituram denotantia. Nubes diversis de causis formantur. Ac 1. A ventis vapores contra altiores montes impingentes, congregantur, quum ultra procedere nequeant. 2. Ab æquilibrio superioris atmosphæræ cum inferiore perturbato: ex quo, frigescente altiore aere, vapores in ipso contenti copulantur, ac graviores facti, in inferiorem partem descendunt, donec ad æquilibrium cum ambiente aere componantur. 3. Ab electricitate inæquali in atmosphæra, quod sequenti experimento ostendit Beccaria. E catena seu conductore electrico ardentes pruinæ parvo foculari metallico impositæ suspendantur: deinde altera manu globum perfrica, quo tempore prunis colophoniæ pulverem altera manu affun-

dis: fumus ascendens per brachium, relicta perpendiculari via, quam semper affectat, per totum corpus ad instar nebulæ circumfundetur. Ignis nimirum electricus, qui è catena effluit, ut ad globum deferatur, fumum versus corpus defert, quod medium est communicationis inter catenam *positivè*, et globum *negativè* electrica (321). Quod si caput versus conductorem inclines, fumus sursum rectà feretur; tum enim caput medium est, quo fluxus electricus breviore via ad conductorem accurrit. Et quidem in atmosphæra nubibus onerata, electricitatis signa luculentiora notamus, quam sudo cœlo, aut parum nubibus offuscato; quod perspicue ostendit, præcipuam causam meteoron aqueorum esse electricum vaporem. Figura nubium varia prorsus, ac irregularis, ut in fortuita conjunctione vaporum, quæ nulla regulari forma temerè in atmosphæra adunantur. Color etiam varius pro lucis reflexione, ac refractione diversa, ac vaporum addensata mole. Color ille subniger, ac solis radios penitùs intercipiens magna vaporum quantitatem addensatam indicat, ex quo sequens meteoron paulò post frequenter ostenditur.

432 *Pluvia* nimirum, quæ ex nube concrescente, atque adeò atmosphæram pondere superante, ortum ducit. Videmus enim à nebula omnia circumfusa sic madefieri, quasi à copioso imbre perfusa fuissent quando ipsa densior est, ejusque globuli invicem accedentes, graviores aere sustinente evadunt. Undè pluviarum causæ sunt omnia illa, quæ vapores invi-

cem accedere cogunt, ex quo graviores effecti, quam aer ipsos sustinens, delabuntur terram versus; eoque in guttas minores, aut majores conformantur, quo in cadendo plus, minusve vaporis concreti adunatur. Altiores nubes, ut æstate plerumque sunt, guttas majores emittunt; quoniam in descensu ex elatiore loco facilius confunduntur, atque in unum coalescunt. Quod si à ventis oppositis directionibus flantibus, aut ab electricitatis in nubibus differentia, aut à montium circuitu magna nubium conglobatio in arctum constringatur, diluvium quoddam sequatur oportet, ob nimiam vaporum præponderantiam in subjectum aerem, quæ eos magna copia ad descensum sollicitat. Hinc, si oppidum subjectum huic nubium congestui est, quo tempore exonerantur; ejus ruina sequetur, ut accidit non semel patriæ meæ, anno nimirum 1760, mense julio, et postea vigesimo anno devoluto, cujus ultimi exterminii conspicua adhuc remanent funesta monumenta.

433 Schöl. Pluviæ illæ prodigiosæ, quas apud aliquos auctores invenies, aut fabulosæ sunt, aut à ventis vehementissimè flantibus, ac secum lapides aliquot, ranas, cetera abripientibus, alioque transportantibus, provenire censendum est: nisi malis cum Mako vulcanicis eruptionibus lapidum, sulphuris, bituminis explosionem adscribere. "Pluisse sulphure, ait Muschembroek, notatum à Moyse, et in Ducatu Manseldiensi anno 1658 à Spangerberio, et Hasniæ ab 1646 ab Olao Wormio; à Siegerbekio Brunsvici an. 1721, tam ardenti substantia,

quæ nec aqua, nec motu extingui potuit. Pluviæ flavæ Tigurino lacui, puteisque subflavi pulveris forma innatantis, meminit Scheuchserus an. 1677: creditus hic pulvis ex pinorum floribus à vento excussus, et cum pluvia delapsus. Guttæ imbrium quasi cruentæ frequens fit mentio apud antiquos, et recentiores, ut de ea dubitare nefas sit. Peirescius hanc in Gallia lapsam examinans, insectis rubicundis guttas plenas observavit. Sunt etiam nonnullorum insectorum excrementa rubra, uti de papilionibus id constat, quæ imbri mixta eam cruentam quasi reddiderunt...... Fabulosum autem est quum ferro, lana, lapidibus, carne, lacte pluisse memoratur." Elem. Phys. c. 39. Boscowikius autem plura exempla affert, ac dilucide explanat, hujusmodi insolitarum pluviarum, in dissertatione Romæ edita anno 1749 occasione turbinis, qui die 2, et 12 junii 1749 Urbem vexavit.

434 Pluvia à frigore concreta, atque in tenues lamellas ab extremitatibus adhærentes conformata *nix* dicitur, terrarum in Zona torrida phænomenon, si montium altissimorum vertices excipias, ut sunt *Andes* Americæ meridionalis. Anno 1767 die 2 Februarii admirabundi illud Mexici observavimus. Extra Zonam torridam hieme non infrequenter visitur, præsertim in regionibus mediterraneis, atque eo frequentiùs, quo magis ad boream vergunt, ac zonæ frigidæ viciniores sunt; quæ novis patria dici potest. Grevius anglus apud Chambersium in Lexico, ait, se attentè observasse lamellas

nivis, atque in rotulas aut stellulas conformatas eas invenisse sex angulis distinctas, in quibus etiam aliæ cuspides notarentur, ab aliis impositis laminis provenientes: quod etiam in tenui glacie super aquas stagnantes formata se notasse affirmat idem Grevius.

435 Demum *grando* est pluvia in globulos concreta ab instantanea frigoris in guttas introductione, aut citius *calorici* desertione: quod plerumque evenit æstivo tempore, quum vapores altius attolluntur, nactique aerem frigidiorem in descensu constringuntur in glaciem, quæ, ut ipsæ guttæ, globulosam formam affectat. Si Mezerai Galliæ historiam scribenti, fidem habemus, anno 1510 in Italia, Ludovico XII bellum gerente, informes quædam moles, glaciei citiùs quam grandinis, cœlo à furiosa fulgurum ac imbrium tempestate agitato, deciderunt, quæ centum ipsas libras penderent. Bononiæ anno 1774 grando adeò enormis cecidit, quæ ova columbina referret; majores globi ova gallinarum, aut pavonum indicorum æmularentur. Memini eo die, me è fenestra conspexisse in manu parochi S. Juliani, qui titulo Abbatis insignitur, globulum hujusce grandinis, qui magnitudinem globorum eburneorum, quos in ludo trudiculorum adhibere solent, referret. Plura alia documenta grandinis enormis magnitudinis, apud historicos passim inveniuntur. Observat Muschembroek grandinem in verticibus montium multò minorem esse ea, quæ humiliora loca vexat; quod quidem ratione etiam deduci posset, quando guttæ aquæ in planitiem

decidentes, per majus spatium delatæ, superincumbentes alias guttas recipiunt; et conglaciant, à quibus ipsarum moles augetur. Idcircò nonnulli sunt grandinis majoris globuli, quos aliis minoribus quasi gravidos esse, facilè patebit accuratiùs examinanti.

§. II.

Meteora aquea lucentia.

436 *Iris*, *Halo*, *Parhelium*, *Paraselene* metereora lucida, aut *emphatica* vocantur, eo quod reflectant vividiùs lucem, in suos colores resolutam. Omnia quippè hæc meteora à vaporibus in atmosphæra vagantibus, ac lucem refractam in oculos spectatoris reflectentibus, proveniunt. Hujusmodi meteora mundo, certè diluvio coæva, apud antiquos scriptores descripta inveniuntur. Eorum tamen physicam expositionem à colorum newtoniana theoria repetimus, in qua solum dilucidè explanantur. Invenerat quidem Marcus Antonius de Dominus, Archiep. Spalatensis, ac experimentis factis in globis vitreis ad diversas altitudines collocatis demonstraverat, iridis colores à lucis bina refractione ac reflexione provenire; ejusque inventa illustraverat Cartesius. Rem tamen à colorum theoria adeò perfecit Newtonus, ut gloriam amborum, *velut inter ignes luna minores*, penè offuscaverit.

437 *Iris*, vulgatissimum cœlo pluvio apud omnes regiones phænomenon, è duplici arcu

plerumque constat, interiore et exteriore prismatis colores perfectè referentibus: nonnumquam tamen unus tantum arcus observatur; raro, quod numquam vidi, plusquam bini in cœlo apparent, observari tamen apud auctores legimus. Ut hujus meteori brevis, ac dilucida explanatio evadat, binas cujusque arcus guttas, perinde ac si globi vitrei forent, assumemus. Quod de illis ostensum fuerit, ad reliquas ex quibus arcus formatur, extendendum esse planum fiet iis, qui de coloribus, ac refractione tradita, ubi de luce egimus, ritè tenuerit. Sint E, F, G, H (fig. 40) quatuor globi vitrei aqua pleni, ac soli oppositi. Si radius solis S B è parte superiore globi B in A tendat, atque ex hoc puncto reflexus per inferiorem partem E ad oculum in O situm deveniant, angulum faciens 40 grad. 17 min. cum axe visionis O P, color violaceus apparebit in puncto E. Quod si radius S F eodem tempore ad C perveniat, ac similiter reflexus per D exeat, atque ad oculum feratur, angulum 42 gr. 2 min. perficiens, color ruber in D spectatori exhibebitur. Jam si intra hos globos alii medii collocentur, ex quibus diversimode juxta refrangibilitatis lucis diversos grados (42) radii advenientes disperguntur; perspicuum fit, omnes prismatis colores in oculo depictum iri, quemadmodum ab interposito prismate fieri videmus. En igitur quomodò in interiore arcu colores illi disponuntur. Notandum tamen, in quolibet globo, ut etiam in guttis nubem componentibus, duplicem refractionem obtinere; vi qua-

rum in ingressu radius lucis ad perpendicularem accedens guttam penetrat; in egresu verò lux à perpendiculari recedit (112). Quæ quidem in expositione omisimus, ne pluribus intenta mens, ad præcipua minus attenta redderetur. Pari methodo in arcu exteriore explicando procedemus.

438 Arcus Q D qui exterior est, simul cum interiore A B circumspicitur, colores tamen inverso ordine repræsentat; ita ut ruber, qui supremum locum tenebat in interiore arcu, in exteriore ad infimum deprimatur: violaceus autem in vertice loco rubri collocetur. En quomodo. Sint, ut prius, duo globi vitrei G, H, qui guttas iridis repræsentent. Radius S G per inferiorem globi superficiem ex G refractus transeat in I, ex I reflectetur in K, ex K in L, undè refractus exiens, perveniet in O, angulum 50 grad. cum 57 minut. perficiens cum axe visionis OP; et quo color ruber in L apparet. Deinde radius S R ex inferiore parte R ingrediens, se refringendo ad M transiliat; ex hoc puncto reflexus ad N mittetur: ex quo post alteram reflexionem, resiliet ad H, refringendus in egressu; undè ex H ad O rectà fertur, angulum 54 grad. 7 min. cum axe OP visionis perficiens; atque colorem violaceum in loco H representabit. Colores intermedios omittimus: quoniam ab angulis à globis inter utrumque comprehensis, exhiberi debent, si neque ad grad. 54 cum min. 7 perveniat, et majores sint 50°, 57′ anguli ab ipsis cum axe visionis formati: quod experientia constanti à

M. Ant. de Dominis in globis vitreis capta, apud omnes est receptum.

436 Jam verò si minuscula illa puncta in arcubus AB, QD repræsentent guttas aquæ in nube contentas, ac reflectentes modo prædicto in antecedentibus articulis lucem à sole mutuatam; cujuslibet arcus conformatio nullo negotio comprehendetur. Arcus enim concentrici sunt, et guttæ, quæ colores respondentes generant, æquè invicem distant à centro. Ex quo guttas omnes zonas colorum arcus componentes, æquales angulos cum axe visionis, qui per centrum arcuum transit, facere, manifestum est: undè etiam ét meteoron in formam arcus conformari debere, pariter deducitur. Nam oculus est velut apex coni, in quem omnes radii lucidi feruntur, qui proinde in regione oculo opposita basim habere debent, quæ circulum referat (Math. 396).

440 Quæ quum ita sint, reliqua iridis phænomena ex præjactis doctrinis spontè descendunt. Nam 1. Iris nonnisi pluvio aut nubilo cœlo apparere debet, quoniam à guttis in nube congestis reflexio lucis ad oculum oritur. Sunt tamen quædam loca rorida, in quibus Iris sudo cœlo conspicitur; ut in cataracta Tiburtina, in qua Anio præceps ruit ex edito loco, quum ad profunditatem illam descendissem matutino tempore, sole nondum supra cataractam admodum elevato, pulcherrimam iridem à nube seu fumo aqueo, à præcipitio aquarum excitato, formari suspexi. In fontibus etiam artificialibus, in area ante templum D. Petri

Romæ constructis, hoc phænomenon passim visitur, sole convenienter, salientes in modum pluviæ emissas, percutiente. 2. Iris apparere debet è regione solis, atque ipso ultra gradus 42 nondum elevato supra horizontem, ut ambo arcus suspiciantur: quod si plusquam 42 grad. elevatus fuerit, neque 54 attigerit, arcus exterior tantum apparebit. Etenim quum sol in horizonte existit, linea OP (fig. 40), sive axis visionis est horizontalis; adeòque tum temporis iris major atque elatior, quam alias comparere debet. Sole supra horizontem procedente, ex. gr. ad 20 grad. linea OP totidem grad. infra horizontem deprimetur; quod pariter de ulteriore illius processu intelligendum est. Quarè sole ultra 54 grad. elato, angulos POH major erit, quam 54 grad. 7 min. quæ mensura est anguli OPH, ultimum ex coloribus iridis efficientis (437): idcircò neque humiliores iridis colores in oculo pingentur, qui sub minore adhuc angulo formantur. Hinc si sole in horizonte existente, oculus in ea esset supra telluris superficiem altitudine, ut ducta ab eo ad sphæricam ejusdem telluris superficiem tangente, hæc cum axe OP, qui horizontalis foret, angulum efficeret majorem gradibus 54, 7′; circulum integrum in modum iridis conformatum circumspiceret; quod ex dictis perspicuum est. 3. A luna pariter idem meteoron oriri potest, ut nonnulli se illud vidisse affirmant, si et materia apta reflectendo lumini, et luna in positione convenienti simul componantur. Colores tamen multo dilutiores erunt, ob de-

bilitatem lucis lunaris, ut etiam in exteriore arcu iridis solaris animadvertitur. 4. Quilibet spectator arcum distinctum videt; imò idemmet spectator mutatis locis, diversos arcus continenter aspicit. Sunt enim è diversis punctis reflexiones ad oculum advenientes diversæ; undè et meteoron etiam omninò ab alio distinctum generare debent.

441 Ex eadem causa vaporum in atmosphæra abundè natantium, ac lucem astrorum regringentium, repeti debent *coronæ* illæ, seu circuli, quos *areas* Seneca, recentes physici *halones* vocant: quique circum solem ac lunam frequentiùs, interdum etiam circa reliquos planetas observantur. Ceterum discrimen inter præcedens iridis meteoron atque *halones* illud assignant; quod in iride reflexio, ac refractio lucis locum habent, in *halone* verò refractio sola meteoron generat. Et quidem hujusmodi meteoron in atmosphæra terrestri formari plura evincunt. Nam 1. luna atmosphæra vaporosa non cingitur (Phys. gen. 538): *coronæ* autem lunares frequentiores sunt quam reliquorum planetarum. 2. Numquam sereno cœlo apparent halones; sed aut nebula aut vaporibus obducto. 3. A ventis facillimè propelluntur, intersecantur, ac penitus diluuntur. 4. Deinum frigidiore aere calida vapores elevante, si candelam accensam nocturno tempore post nubem vaporum collocaveris, flammulam *corona*, ferè coloris iridis referente, circumcinctam observabis. Has coronas esse indicium venti, vel pluviæ, aut instantis procellæ, fabulosum est:

sæpè enim animadvertit, cœlum die sequenti tranquillum mansisse, ajebat Muschembroek.

442 *Parhelium* est nubes á sole illuminata, solis imaginem ad vivum repræsentans, adeò ut historicos non raró fefellerit, narrantes plures in cœlo soles quandoque visos fuisse. Solet enim hoc meteoron multiplicari; ita ut duo simul, tres, plures usque ad sex conspecta fuerint parhelia. Ceteroquin frequentius hoc meteoron cœlo frigidiore gignitur: idcircò regionibus borealibus notiora quam nobis sunt; quarè ab his auctoribus repetenda est eorum descriptio, qui eas incolunt. "Magnitudo parheliorum, ait Muschembroek, eadem ac veri solis apparet: figura à rotunditate subindè recedit, fulgor plerumque languidior quam in sole, aliquando idem: si autem multi adsunt simul, aliqui hebetes minus splendet, pallentque. Illorum limbi iridis instar coloribus tincti sunt. Multi caudam longam à sole aversam, subigneam, ubi spurio soli adhæret, sed aucto intervallo pallidiorem habent: alii cauda carent: cauda in circulo albo horizontali exporrecta jacet. Parhelios comittantur ferè semper circuli nonnulli, quorum alii coloribus iridis donantur, alii albi sunt, vario hi etiam sunt numero et magnitudine: omnium tamen est eadem latitudo, quæ æqualis diametro solis apparet. Sunt circuli, qui solem in suo centro positum ambiunt; hi colorati sunt, et diametrum 45, imò 90 grad. habuisse observati. Horum planum est perpendiculare ad rectam ductam à spectatore per centrum solis: idcircò

eorum situs pro varia solis altitudine supra horizontem differt: quo horum colores sunt vivaciores, eo lumen solis apparet languidius. Sunt circuli alii ad horizontem paralleli; plerumque unus est amplissimus, albus, omnes parhelios complexus, et qui si fuerit integer per verum solem transiret, hujus centrum est spectatoris zenit: ejusmodi circuli diametrum 130 grad. spectavit Hevelius. Aliquando huic concentrici fuerunt arcus minores circulorum, qui dum per priores coloratos transibant, eos tantum sua latitudine obtegendo, in plano transeunte per zenit et solem, coloribus etiam tingebantur, aliosque parhelios continebant. Fuerunt et alii circuli obliquè respectu omnium memoratorum positi. Ordo colorum in circulis coloratis est veluti in iride, sed in parte interiori solem respiciente rubeus est, veluti in multis coronis quoque observatur. Parhelii spatio unius, duarum, trium, imò quatuor horarum, sole ad diversas altitudines elevato, conspecti fuerunt. Evanescunt tum parhelii, tum orbes pedetentim, primò ab una parte, deinde ab altera, reditum crebrò in iis minati locis, ubi evanescere cœperunt, donec tandem penitus desinant." Elem. Phys. c. 36.

443 Ut de coronis, ac iride evenire diximus, quæ à luna etiam generantur in nostra atmosphæra; ita et de meteoro præcedente, circa lunam conformari, observatum est: idcircò *paraselene* illud vocant, eo quod circum lunam appareat. Causæ eædem sunt in atmosphæra terrestri hoc phænomenon exhibentes: astrum

illud edens tantum est diversum. Quarè ea, quæ de parheliis dicta sunt, et de paraselene, modo quo à lumine lunari produci queunt, intelligi debent.

444 Quod ad parheliorum causam attinet, Hugenii opinio plerisque physicis arridet, qui à particulis glaciatis minutissimis, in atmosphæra volitantibus phænomenon edi contendit. Lux nimirum solis aut lunæ reflexa, ac refracta in his cylindrulis (hanc enim formam illis tribuit Hugenius) in diversis atmosphæræ locis imaginem horum planetarum exhibebunt, iis coloribus quandoque ornatam, quæ refractioni talium colorum conveniat. Parhelia hujusmodi cylindris artefactis, ac soli expositis, se obtinuisse narrat Hugenius. Et quidem si, quæ de aurora boreali refert Hellius observasse (348), ritè perpendatur, haud ægrè cum sententia Hugeniana utrumque phænomenon conciliabitur: maximè asserente Muschembroek, post hujusmodi parhelia nivem ad formam cylindricam accedentem cecidisse: apud quem sententia Hugenianæ explanatio legi poterit, qui hæc fusius tractata desideret.

DISSERTATIO V.

DE GLOBO TERRAQUEO, ET CORPORIBUS IN EO CONTENTIS.

Infinitam ferè tractationem hæc dissertatio contineret, si omnia quæ globus terrestris amplectitur, ad trutinam revocanda forent. Historia enim naturalis, ejusque derivationes zoologia, botanices, mineralogia, tum etiam geographia, chemia, anatomia, etc. sub proposito themate comprehenduntur, quæ quam aliena sint à nostro scopo, nemo non videt. Quare ad ea tantum sermonem convertemus, quæ physicæ considerationis sunt, ut exterior telluris structura, montes, fossilia, plantæ, animalia, nec in ipsis, nisi quæ philosopho scitu necessaria sint, prout institutionibus elementaribus usus fuerit, trademus, ut manum tandem aliquando de tabula tollamus.

CAPUT PRIMUM.

De telluris superficie, ac structura.

Quæ de telluris figura hic dicenda occurrebant, breviter perstrinximus physicæ generalis art. 256; unde et externam hujus globi

formam sensibiliter quidem sphæricam, re tamen ellipticam, ad polos nonnihil compressam, elatam ad æquatorem, asseruimus. Ad ejus superficiem quod attinet, partim aquarum congerie ad duas tertias partes, eoque amplius effunditur: insulis undique interrupta aquarum continuatione (391): partim continente terra, montibus, vallibus, collibus, planitie, cavernis, lacubus, fluminibus omnis magnitudinis distincta: mirabili supremi Conditoris providentia ita disposita, ut ad salutem omnium, conservationemque mirabiliter administrentur.

445 Antequam superficiei globi terrestris, aliaque ad reliquas telluris mensuras pertinentia definiamus; sciendum ex Landeo (*in comp. astron. lib.* 8, *art.* 802) gradum terrestris meridiani, media assumpta magnitudine, 5069 hexapedas continere, quæ in 25 partes distributæ, quælibet 25 pars, seu 2283 hexap. leucam geographicam componit: unde circumferentia telluris 9000 ex his leucis continebit. Jam posita figura telluris elliptica, assumptaque pro majore diametro longitudine 6,562,024 hexap. sive $2874\frac{2}{5}$ leuc. pro diametro vero conjugata 6,525,376 hexap. seu $2858\frac{2}{5}$ leuc. atque his diametris sphæroide descripta; soliditas telluris 12,366,044,000 leuc. cubicarum habetur, superficies autem sphæroidis 25,858,089 leuc. quadratas continebit. Curiositatis causa addam, et alias Landei conjecturas *massam* seu pondus globi terraquei attingentes. Si materia ex qua tellus compingitur, similem argillæ ponamus, cujus pes cubicus 140 libras ferme pendet; he-

xapeda cubica 30240 lib. pondus habebit, atque adeo leuca cubica 359,775,200,000,000 continebit, quod libras 4,448,994,000,000,000,000,000,000 pro ipso pondere globi terrestris exhibet: numerum videlicet 25 cyphras complectentem. Quod si etiam granorum numerum hujus argillæ, ex qua tellus componitur in figurata hypothesi, scire cupis; quum granum arenæ, ut sensibile evadat, saltem 20 lineæ partem æquare debeat, integra moles sphæroidis terrestris grana hujusmodi argillæ comprehendet 7591212, additis insuper 26 zeris; ita ut integer numerus 33 cyphras arabicas contineat. Tosca pro diametro telluris assignat leucas hispanicas, ex his, quarum $17\frac{1}{2}$ gradum componunt, 2004 circiter; periphæriæ vero assignat 6300. Superficiem inde deducit leuc. 3157159; ac soliditatem 1053678152. *Com. Math. tract.* 24, *lib.* 1, *prop.* 21; *et Comp. Phil. tom.* 4, *tract.* 7. *lib.* 1, *c.* 1. Quæ quidem benè se habent, posita figura telluris sphærica, ut instituenti proportionem inter numeros à Landeo et Tosca adductos constabit.

446 Ceterum telluris superficies æqualis undique non est, quoniam et montibus diversæ altitudinis, et vallibus, anfractibus etc. quaquaversus interrumpitur. At verò hujusmodi inæqualitates ad molem telluris comparatæ prorsus evanescunt, ut parvæ illæ prominentiæ in ovi putamine, aut mali aurei cortice exsurgentes, nullæ reputantur, habita ratione ad eorumdem magnitudinem. Sane altissimorum etiam montium prominentiæ, si cum telluris dia-

metro conferantur, multo minorem ad ipsam habent proportionem, quam illa sit inter monticulos mali medicæ, ejusque diametrum. Excelsiores quippe montes etiamnum cogniti in Andibus Peruvianis, sunt *Pichincha* et *Chimborazo*, quorum primus, referente Ulloa, 2471 haxap. alter 3380 supra maris superficiem attolluntur: quæ altitudo ad leucam cum dimidia non pervenit (445). Unde vix majorem habet rationem ad diametrum telluris altissimus *Chimborazo*, quam 1 ad 2874: quum mali Assyriæ prominentiæ ad mali diametrum, nec ut 1 ad 1000 rationem dicant.

447 Intimam structuram telluris conjectando citius, quam asserendo describere possumus: eam tamen plurimis cavernis innumeris anfractibus, profunditatibus omnis generis, fluminibus, etiam intrinsecus decurrentibus, lacubus, fontibus in cavitates invisibiles se exonerantibus ditari, nulla temeritate pronunciamus. Crede intra, ajebat Seneca, quidquid vides supra: sunt et illic specus vasti; sunt ingentes recessus, et spatio suspensis hinc et inde montibus laxa, sunt abrupti in infinitum hiatus, qui sæpe illapsas urbes receperunt, et ingentem in alto ruinam ediderunt. Neque hæc fortuito accidisse nullo consilio, nulla dispositione Auctoris naturæ existimandum est: quoniam et innumera beneficia ab hac irregularitate internæ structuræ dimanant, et plura etiam arcentur mala, quæ in majorem perniciem incolarum globi redundarent. Nam et fontium perennitates, ut supra ostendimus, et fluminum non,

interrupti cursus, et gemmarum, crystallorum, salium plurimorum fossilium conformatio, aut congestio ab hac internorum cuniculorum, et cavitatum dispositione proveniunt. Putei etiam in regionibus arentibus, ubi nec fontes, nec flumina terram humectant, ab hac internorum canalium, qua latenter aquæ subtus terram delabuntur, positione originem habere, nemo unus ignorat. Necnon aer intra terræ viscera inclusus faciliorem sibi cursum, atque aditum parat: unde præsens remedium terræ motibus existimant nonnulli, profundos, ac frequentes puteos excavare, ubi solum sæpius concutitur. Quin si subterranei ignes semel accensi spiracula, in montibus ignivomis non nanciscerentur, telluris integra superficies disjecta, in acervum lapidum commutaretur; ut proximè post diluvium à fermentatione humentis soli aliqua ex parte accidisse, ex vestigiis vulcanicis quaquaversus apparentibus, pronum est conjectare.

448 Neque ob id me ignem illum centralem, in telluris nucleo perrenniter asservatum, obtrudere, suspicari fas est. Scio plures auctores hujusmodi fornacem in telluris nucleo accendisse, quam tamen sine tabulis ac testibus accipere non possumus. Montes enim ignivomi peculiares materiæ accensæ congestiones sunt, quæ determinato ambitu definiuntur; quin ad centrum globi vel remotissime pertineant. Quæ autem à P. Mako in comprobationem ignis centralis afferuntur, ut sunt temperies in profundis recessibus numquam variata; caloris æstivi,

ac hiemalis discrepantia, quam à sole tantummodo provenire non posse asserit, ac insolita frigoris incrementa quibusdam annis experta, non magni ponderis sunt, ut contra naturam suam ignem inibi perenniter conservari credamus sine ulla cum aere communicatione, quæ ad ejus perennitatem prorsus necessaria est, ut in Dissert. de aere, ac de igne ostensum manet. Neque magis *pyrophylacia*, aut etiam *hydrophylacia*, atque *aerophylacia* à Tosca ex Kirkerio desumpta eo modo, quo ipse describit, nobis arrident. En ejus verba. "Hic obiter advertendum est, quod jam superius innuimus pro majori structuræ telluris cognitione, tam ignem, quam aquam subterraneam per totum telluris corpus ita diffundi; ut ignis ab uno *pyrophylacio* in alia per pyragogos, seu ignis canales communicetur: tum et aqua ab uno hydrophylacio in alia per hidragogos, seu aquæductus derivetur. Insuper tum ex pyrophylaciis ignes, tum ex hydrophilaciis aquæ per terræ fissuras, quasi per fibras, aut capillares venulas, per totum Geocosmi corpus deducuntur, quibus fontes, tum et metallorum, ceterorumque mineralium genesis perficitur." (Comp. Phil. tom. 4, lib. 1, c. 3). Hic, inquam, circulus ignis, aquæ (et aeris etiam prop. IX. cap. præc.) veluti circuitio sanguinis in corpore animali, à prælaudato scriptore assertus, similis vero mihi quidem non videtur. Plures ex his meatibus invicem communicare non inficior: eos tamen ex intentione naturæ per internam globi structuram ita dispositos esse, ut

circulationem ejusmodi fluidorum excipiant, nullo satis valido argumento probari, extra aleam positum existimo. Sed hæc hactenus.

449 Integra telluris structura tribus quasi partibus distinguitur. 1. Externus cortex seu crusta, quæ animantes et plantas alit, ubi aquis non interscinditur, omnium oculis subjacet, ejusque varietates innumeræ à cœli temperie, soli constitutione, ac hominum etiam cultura proveniunt. In hoc cortice *terra vegetabilis*, ut plurimum jacet, plantarum, stirpium, arborum vegetationi inserviens; quæ etiam ab animalium exuviis, vegetabilium spoliis non parva accipit incrementa; præsertim ubi campi cultore carentes silvescunt. 2. Pars intermedia regnum minerale comprehendit, in quo fossilia omnia continentur: quousque tamen perveniat, industriæ humanæ rimari numquam licuit, nec, ut puto, umquam licebit. Tot enim superandæ forent difficultates, etiamsi vitæ periculum ab aere nimium condensato non immineret, ut facilius maris, quam telluris profunditates scrutari posse, non dubitem. 3. Demum nucleus ipse telluris, qui fortasse nihil aliud continet quam reliquæ partes hactenus descriptæ; etiamsi pluribus in ipso ignem accendere, aut aquarum congeriem deponere; imò solem, lunam atque habitatores inibi collocare placuerit. Quæ omnia quam liberè conficta sint, vel ex eo liquet, quod nullus adhuc ex hominum genere ad profunditatem montium excelsiorum altitudini parem, descendisse gloriabitur.

450 Enimvero primigenia telluris hæc constitutio non est: nam et cataclysmus universalis innumeras in globum induxit mutationes; et ferè quotidianæ sunt peculiares locorum; ac etiam tractuum longissimorum subversiones, ut anno 1782 in Calabria, ac Sicilia, et tribus abhinc annis à Vesuvii postrema eruptione in oppido *Torre del Greco* factas penè oculis vidimus: necnon litteris ex America meridionali, postremis hisce diebus allatis in regno Quitensi, majore strage hoc anno editas, accepimus. Quæ quidem omnia à terræmotibns præcipuè, necnon aquarum alluvionibus, ventorum turbinibus, undarum maris arietationibus, et si qua sunt similia, tribuenda sunt. *Vidi*, inquit Card. Bellarminus in egregio opusc. de Ascens. mentis in Deum, Gradu 2. " Vidi, nec crederem, nisi vidissem, immanem caveam à vento effosam, terramque hinc erutam supra proximum pagum projectam; ut locus, à quo terra effosa fuerat, horrenda vorago videretur, et pagus totus ab hac terra obrutus fuerit." Plura qui velit à Plinio relata inveniet, et in mundo subterraneo Kirkerii: quæ etiamsi non omnia fidem plenè mereantur, pleraque similia vero esse, ex his quæ ætate nostra acciderunt facilè conjicitur.

451 Quod si à telluris concussionibus plures terræ tractus disparent, nonnumquam etiam ab ipsis telluris superficies augetur. Omissis, quæ accepimus à Plinio, de Insulis Rhodio, Delo, Hiera etc. quas noviter in mari natas, referebat, quibusque fidem penitus abrogare

non possumus, postremis hisce duobus sæculis nonnulla habemus monumenta, quæ pliniana illa, à verisimilitudine haud adhorrere, confirment. Anno 1638 nova insula comparuit non procul ab illa S. Michaelis, quæ una est ex *Azoribus* in Oceano Atlantico, quæ paulatim ad quinque milliaria longitudinis excrevit. Propè Puteolos anno 1738, quæ superficies maris nocte præcedente fuerat, manè in montem conversa apparuit, qui etiam nunc extat, *Mons Sanctus* appellatus. "Anno hujus sæculi septimo, X cal. jun. oriente sole, biduo post tenuem terræmotum ab insula sanctæ Irenis (antea Therasia, vulgo nunc Santorini dicta) duo vel tria passuum millia, immanis scopulus apparuit, qui fluctuare videbatur, et qui ab aquis recens emersus, et viventibus adhuc ostreis obtectus, usque ad postridiè idus junias altitudine crevit. Postridiè idus julias septemdecim aut duodeviginti novi scopuli è sinu maris emergere visi sunt, qui in unum coaluerunt. Hæc omnia horrendus fragor comitatus est, qui ultra duos menses exauditus fuit, tum fumus, ac flammarum vortices, qui à nova insula attollebantur. Hæc verò altitudine, et latitudine in dies crescebat inter subterraneas explosiones; quæ ad septem passuum millia et ultra saxa jaculabantur." Hæc, quæ ex Hist. Acad. 1708 transcribit Para, atque ab epistolis P. Bourgnon Jesuitæ, qui oculatus testis in Therasia tum temporis degens, transcripta sunt; asserta à Seneca, et Plinio de insulis, propè eamdem *Therasiam*, seu S. Irenis insulam, exor-

tis confirmant; atque ipsam fœcandam esse matrem insularum satis testantur.

452 Neque in mari tantum hujusmodi congestiones vulcanicæ visæ sunt: frequenter ubi *vulcanici* ignes erumpunt, immensæ terræ moles explosionibus congeruntur, quæ in montes eximiæ magnitudinis excrescere solent. Anno hujus sæculi 60 in Provincia Michoacanensi infamis fuit montis ignivomi formatio à terræmotu, atque ignis rubterranei explosione in prædio quodam *Xorullo* dicto, à quo et monti denuò nato nomem impositum fuit. Hujusce stragis descriptionem poeticè exornatam habes in Raphaelis Landivar Rustic. Mexicana lib. 2, in qua montis Xorullo formationem sic describit:

Namque flagrans intus rabidi vesania campi
Vicinas magnis urgebat motibus arces,
Totque furens tædas vasto vibrabat hiatu;
Ut magno celsas superarent impete nubes
Purpureaque urbes implerent luce remotas.
Quin etiam cineres liquidum per inane volantes,
Disjunctos populos passim pressere timore.
Tot verò interea flammatæ fragmina rupis
Impatiens ructat monstris fæcunda vorago,
Ut saxum saxis, ac rupes rupibus addens,
Ingentem mediis montem glomeraverit agris.

Cave tamen credas, quod auctori asseruerunt, *congesta* nimirum *saxa montem in medio vallis* formasse *altitudinis ad miliaria tria*. Tunc enim montis *Chimborazo* (446) altitudinem penè æquaret, addita elevatione soli supra maris superficiem: quæ in meditullio regni Mexican

summa est, ut à mitissima temperie aeris subardente zonæ torridæ cœlo satis colligitur.

453 Nolim tamen ob hactenus dicta suspiceris, me in sententiam Burnetti, aut Voodvardi descendere, qui constitutionem globi aliam penitus ab ea, quæ in præsentiarum obtinet, initio rerum tenuisse, contendunt. Plura quidem commutata à diluvio fuisse non inficior, quæ verò ad summam rerum spectant, non adeo permutata sunt, ut in hac perversione superficiei terrestris vestigia primitivæ telluris non appareant, quod prædictis auctoribus placuit asserere. Montes enim et maria eo ferè quo nunc manent modo, condita fuisse, nullus dubito. Distributio enim aquarum observante Derhamo sapientissimè disposita est, ita ut aquæ terris interpositæ jactum æquilibrium in globo conservent. Querulis autem, qui nimium ab aquis coartari habitabilem globi superficiem lamentantur, respondet laudatus auctor; mirifica Conditoris arte hæc ita esse disposita, ut si aliter conformaretur, globi facies, pluviæ copia terris irrigandis necessaria haud suppeteret. Fac maris superficiem minui, continentium terrarum augeri, aquis profundius demersis, evaporatio maris, à qua pluviæ concrescunt (432) procul dubio minueretur, quoniam in ratione superficierum evaporationes crescunt, aut minuuntur. Quamobrem si nunc imbrium quantitas irrigando solo, fontibus, fluminibus alendis, vix sufficit; aucta continentis terræ, imminutaque mari superficie, pluviæ copia necessaria telluris incolis deficeret.

454 Ad stratorum dispositionem internæ partis telluris quod attinet, nonnulla curiosè observata sunt à Voodvardo, Perault, et Varennio. Generatim hæc notare sufficiat: non unam esse stratorum naturam; at continenter tum materia, tum crassitudine, quum etiam diversa inclinatione variare. Exemplum esto puteus Amstelodamensis ad 233 ped. profundus, in cujus excavatione ita strata disposita fuisse Varennius describit: "hortensis terræ pedes 7; nigræ ad ignem nutriendum aptæ, quam vocant *Torft*, exteri *Tolfam* (neque enim sunt cespites propriè loquendo) pedes 9; argillæ mollis 9; arenæ 8; terræ 4; argillæ 10; terræ 4; argillæ, super qua solent domus Amstelodamenses fistucari, ped. 10; argillæ 2; sabulonis albi 4; siccæ terræ 5; turbidæ 1; arenæ 14; argillæ arenariæ 3; argillæ cum arena mixtæ 5; arenæ marinis conchulis mixtæ 4; deindè fundus argillæ ad 102 ped. profunditatem; post sabulo 31 ped. ubi fossio desiit. Geog. l. 1, sect. 2, c. 7.

CAPUT SECUNDUM.

De montium origine, et conformatione.

455 Ante Burnetum, et Voodvardum nullus, si gigante in poetis excipias, montes de loco suo dimovere ausus fuerat. Burneo tamen placuit è tellure ante diluvium ipsos tollere, ut globum suo modo conformaret planè rotundum, quo tamquam pila ipse luderet. Sanè ea in *Theoria telluris sacra* de globo terrestri commi-

niscitur, quæ nisi phantasiæ lusibus tribuantur, seriò ab homine et docto et cordato proponi vix credas. Primitivum chaos subsidentibus particulis gravioribus, ascendentibus levioribus ita disponit, ut supra nucleum telluris, quem ponderosiores particulæ conformarunt, aquæ circumfusæ fuerint. Aer et liquida omnia aqua leviora suprà ipsam ad æquilibrium se composuerunt. Hinc ex unctuosis illis crassisque materiis solis et aeris actione crusta quædam solida formata est, quæ superficiem telluris reapse globosam exhibebat. Diluvii tempore crusta disrupta, aquæ ex abysso eruperunt, ac per universam faciem terræ circumfusæ, maria formarunt, et montibus, è ruderibus primitivæ crustæ temerè congestis, originem dederunt. Hæc Burnetus: quomodo autem crusta illa super aquas conformari potuerit, ita ut concameratio undiquè illas circumcingens, arctèque devinciens, quin ex aliqua parte subsideret, se substinuerit, prædictus auctor non explicat. Quod quidem nisi miraculo contigisset, ut temporis momento concameraretur, quomodo concipi queat, prorsus non video. Mittamus cetera.

456 Voodvardus, et ipse philosophus Anglus, telluris globum cataclysmi tempore prorsus dissolutum ab aquis tum deciduis, tum ex abysso erumpentibus fuisse comminiscitur, lege gravitatis à Creatore in vindictam scelerum paululum suspensa, à qua compages globi cohæsione continentur. Restituta deindè particularum gravitatione, antiquus ordo paulatim

denuo tenere cœpit. A gravioribus nimirum materiæ particulis in centrum subsidentibus atque in concentrica strata se componentibus, nucleus telluris conformatus fuit. Verum leviores ab incursu aquarum concentrica strata formare non potuerunt; atque adeo hinc illinc interrupta continuatione, partim subsidendo, partim suprà alia jam congesta se attolendo, valles, colles, montes composuerunt, quæ nunc superficiem terræ distinguunt. Aquæ tamen abyssi, infra hæc strata subterlabentes, iterum infimum locum supra nucleum tenent, cum aquis marinis occultis meatibus communicantes. Plures quidem curiosas observationes interserit Voodvardus, strata telluris, conchyliorum sedimenta, aliarumque veteris globi exuviarum congestiones spectantia, quæ historiam naturalem maximè illustrant. Multa tamen, ut Burneti hipothesis, in leges physicas peccat Voodvardi theoria ac præsertim in hydrostaticam, quam collocatio aquarum sub graviore mole terrestris superficiei omninò pessundat. Pluribus allis in physicam peccatis ipsum aggravant nonnulli ut est dissolutio metallorum, silicum, marmorum, quam velut ab aquis diluvii perfectam posuisset, ipsum criminantur: meminisse tamen eos oportebat, hanc cohærentiam solidarum partium non ab aquis diluvii, et à lege gravitatis intermissa Voodvardum assumere; in quo quid absurdi sit, non video, si hypothesim arbitrio suo confictam excipias.

457 Demum ne alia circa telluris primitivum statum commenta reticeamus, etiamsi

montium originem nonnissi remotè admodum contingant, Leybnitius in *Protogea* primitivam tellurem, ut reliquos etiam planetas, quod de monadibus suis ipse ad Paffium scripsit, jocando, ut puto, in sidera commutavit. Diu tamen lumen suum tellus retinere non potuit; adeòque extincto primo ardore: plures deindè metamorphoses *vitrificationis*, inundationum etc. subiit. Visthono placuit pro stella cometam tellurem statuere, cujus atmosphæra immensis vaporibus obducta, per plurima ante descriptionem Mosaicam sæcula, Chaos illud componebat, ex quo terra habitabilis educta fuit, subsidentibus gravioribus particulis, levioribus in aerem conversis. Atque indè initium sumere narrationem S. Libri Genesis, nullis tabulis aut testibus productis, Wisthonus contendit. Buffonus demum, graviter reprehensis Anglis philosophis, ac reos ipsos accusans contemptus S. Textus, hypothesim confingit à Baillyo in Historia Astronomiæ commendatam, quam tamen catholicè postea retractavit, in qua ut præcedentes auctores, creationem rerum per infinita sæcula anticipavit. Cometa, Buffonio teste, contra solem obliquè impingens, de ejus crusta partem radendo detraxit, ex cujus fragmentis ad diversas distantias propulsis, planetas omnes componit, qui juxta leges *impulsionis*, atque *attractionis* motus suos peragere cœperunt. Plura alia systemata, seu hypotheses ferè in dies publicam lucem aspiciunt, ut sunt illa Lazari Mori, De Luc Pini, quæ longum esset singillatim persequi. Enimverò per immensa possibilitatis spatia vagari li-

berè possumus, hypothesesque innumeras confingere prædictis non absimiles; quas tamen nisi robustissimis argumentis firmaverimus, poetas non philosophos agemus.

458 Maximam tamen vim hypothesibus suis prædicti auctores addere existimant, innumera illa strata marinorum omnis generis corporum, quæ non solum in humilibus locis, ubi aquæ diluvianæ diu permanere potuerunt, atque ipsa deponere; verum in celsissimis etiam Alpibus, Pyrenæis, Apenninis, Andibus reperiri, res est hodie omnibus notissima; quod, nisi præfatæ hypotheses admittantur, explicari non posse contendunt. Fateor maximam difficultatem in hujusmodi corporibus marinis, in altissimorum montium visceribus repertis, explicandis contineri; quam hypothesis Voodvardi (reliquis ab ipso adjunctis prætermissis) de dissolutione terrestris globi diluvii tempore facili negotio explicaret, si majores aliæ ipsi non opponerentur. Diversas planè vias insistunt auctores, ut ab hac difficultate se expediant. Quidam nodum potius scindere, quam solvere tentarunt, negando veras esse productiones marinas, quæ in hujusmodi stratis continerentur. Verum innumeris experimentis à perfecta organizatione adhuc manente, cumque aliis procul dubio marinis ejusdem speciei collatione, ac similitudine inventa deductum est, strata illa veras marinas productiones continere. Adde etiam pondus specificum utrobique æquale repertum; analysim eademmet principia in utrorumque dissolutione ostendentem, ac eisdem menstruis ea

dissolventem: quæ omnia adhibita sunt, ut ejusdem naturæ marinæ subterranea illa, atque ea, quæ marina nemo inficiatur, comprobarentur.

459 Itaque admissa antediluvianorum cum præsentibus corporibus uniformitate, alii alias vias difficultatem explicandi excogitarunt; quas singillatim exponere longum esset. Quæ magis apud eruditos probatur sententia, ea est, quæ aquis diluvii celsissimos montes superantibus hujusmodi exuviarum depositionem tribuit. Nam in vehementissima illa maris concussione per tot menses *euntes*, et *redeuntes* aquæ marinæ dulcibus permixtæ, internas montium cavitates penetrare potuerunt, ibique simul introducti omnis generis pisces, aquis recedentibus remanserunt limo sepulti; atque, ut in aquis petrificantibus fieri solet, lapidescentes: qui numismata quædam sunt diluvium comprobantia luculentius, quam historiam profanam illa, quæ passim in excavationibus effodiuntur. Ceterum ut non omnia marina corpora succos petrificantes nacta sunt, ut non illos æquè dispositos, sed à diversis salium conjugationibus alios aliter sese insinuantes intra poros receperunt, sic etiam vel integra, ut apes, aliaque insecta in succinis apparent, aut lapidea, vel in silicem commutata inveniuntur.

460 Ceterum divisionem montium in *primitivos*, seu *antediluvianos*, et *post diluvianos*, quam affert Para, admittere non gravabor. Primitivos illos, atque orbi coævos, tum fortasse condidit Deus, quum aquas jussit *congregari in locum unum*, ut appareret *arida*: depresso ni-

mirum solo, ubi aquæ congregari debebant, elevato atque inæqualiter assurgente. ibi, ubi tellus solum stabile habitatoribus suis exhibitura erat. Ex hoc numero fortassè altissimi illi montes sunt; qui perpetua nive candent: quippè ad altitudinem *lineæ nivalis* assurgunt. Porrò *linea* hæc *nivalis* ex Bouguerio in zona torrida ad 2434 hexap. à maris libella incipit: sensim tamen deprimitur usque ad polos; ita ut in Gallia ad 1500, aut 1600 hexap. vel etiam ex Saussure 1400 incipiat. In Ætna quidem, solo nimirum ab igne subterraneo, ac cœlo minore elevatione poli magis temperato, infra 1500 hexap. nix perpetua concrescit. Postdiluviani montes, ut sunt, quos cap. præced. nominavimus, et tempore ipso diluvii, et sequentibus sæculis formari potuerunt, ac formatos esse documentis ineluctabilibus jam supra ostendimus. Sanè qui vulcanica vestigia attentè scrutatus fuerit, quæ ferè quaquaversus impressa cernuntur, magnis olim concussionibus globum nostrum vexatum fuisse ab internis accensionibus, quæ ultrò citroque superficiem terræ disjecerunt, nullus dubitabit. Atque ego quidem in meis peregrinationibus inter alia hæc attentè observans, numquam non inveni veteris vestigia flammæ, quæ loca illa olim combussit. Neque idcirco globi superficiem in vulcanum conversam existimes. Hujusmodi enim peculiares conflagrationes, quæ fortassè post diluvium à fermentatione productæ fuerunt, neque omnes simul, neque diu permansisse credendum est; quoniam pabulum, quo nutriri ignem conve-

nit, æquè ubique dispositum fuisse, nefas est autumare.

461 Plures quidem sunt ignivomi montes, quos ad quingentos perducit Kirkerius, neque tamen omnes complectitur, ex quibus plures è diluvii tempore igne concepto perenniter ardere, pronum est suspicari. Sanè mons Ætna in Sicilia nullo non tempore legitur ignem eructasse, quum Vesuvii accensionem tempore Vespasiani à Plinio juniore, ac Dione Cassio descriptam habeamus. Ac dolendum quidem est, ne à seniore Plinio junioris patruo ipsam legamus, qui ut oculatus testis illam describeret, temerè prætoriam triremem, in qua ut supremus classis præfectus vehebatur, jussit propius accedere, atque ideò fumo suffocatus interiit, ut ejus nepos in suis, oppidò quidem elegantibus, epistolis describit. Plurimos etiam ignivomos montes extinctos credimus; quod etiam memoria patrum accidisse scimus in tribus ignivomis montibus mexicanis, quorum vertices perenniter nivosi conspiciuntur, diuque jam silent; quum ab historicis habeamus, flammas quondam eructasse, aut cineres emisisse. Origo, ac fomes ignitorum montium sulphur, sales, olea, metalla simul permixta ac fermentescentia existunt; quod diversis experimentis institutis ostendit Lemery, ab his materiis simul permixtis accensionem oriri.

462 A montibus ignivomis plerumque terræmotus generantur, ac luctuosè experta est Guatimala, urbs ejus nominis regni metropolis, ac post Mexicum totius Americæ septemtriona-

lis florentissima, quæ ab ignivomo monte sæpius concussa, ac tertio demum eversa anno 1773 mense julio, sedem mutare coacta est, ne quartam ruinam in sua historia recenseret. Concussionum terræ causa sunt, hujusmodi ignes subterranei à materiis sulphureis, bituminosis, metallicis etc. fermentescentibus, ex quibus fluida elastica generantur, quorum vis maxima est (421), atque illam pulveris nitrati longè superant. Artificiosè terræmotus excitantur, ita ut in parvis, quid in magis natura exerat, edoceamur: 20 libris limaturæ ferri totidem sulphuris in pulverem redacti admiscentur, ac parum aquæ subiguntur, ut massa panibus conficiendis præparari solet, quæ nec humida, nec penitus sicca proveniat. Confectio hujusmodi tres aut quatuor pedes subtus terram defossa, post sex aut septem horas circumstans solum concutere incipiet, perindè atque à terræmotu à natura excitato fieri solet. Quæ si subtus aquas maris fermentesceret, typhonem marinum ederet, seu turbinem (251); aut si in nubibus vim suam exereret, tonitrua, ac fulgura emicarent, si Chambersio credimus, hæc asserenti; quorum nec ego experimentum unquam cœpi; et ipse, ut arbitror, numquam tentavit. Ceterum præcipua terremotus causa est materia electrica coacervata, quod nesciens Plinius expressit his verbis: *Quid enim aliud est in terra tremor, quam in nube tonitrus?* Verè enim utrobique eadem causa agit, materia scilicet electrica inibi aerem, hic terram concutiens (330).

463 Nam ab experimentis tempore succus-

sionum terræ captis, effectus tunc quam simillimi electricis phænomenis experiri, notum est; quod idem in tempestate fulminea evenire suprà monuimus (333). Odor enim sulphureus, exhalationes igneæ per aerem discurrentes, necnon globi igniti, tonitrua quandoque subterranea, explosiones etc. tempore terræmotus observari, docet oculatus testis, dum Panormi commoraretur, Beccaria (Electr. nat. c. 7.) ac ferè omnes, qui *oculis physicis* terræmotus observant, ut Monteirus in Lusitania sua, an. 1755, Paræ interpres latinus, aliique, qui Bononiæ, atque in tota Æmilia terræmotum ferè quotidiè solidum annum, eoque amplius, senserunt an. 1780. Quod ulterius etiam illustratur ex eo, quod in magno terræmotu anni 1755 observatum est, plures tractus intermedios succussiones terræ ferè non sensisse, quæ urbes ad illorum extremitates sitas penè diruerunt, ut Hispalim atque Ulyssiponem. Id quippe in fulmine evenire, quædam admodum loco dissita tangere, intermediis intactis, supra ubi de electricitate egimus, jam exposuimus. Ceterum quod inibi suspicati sumus de igne electrico (340), nonnisi mediatam esse fulminum causam, hic iterum repetere non gravamur. Nimirum posse sæpius contingere, ut explosio illa à nubibus facta, igni electrico tribuatur, quæ tamen gas *hydrogenii* ab ipso accensi, peculiaris sit effectus; quod etiam in terræmotibus accidere posse conjectamus, ut à viribus illius fluidi elastici à vapore electrico accensi, terræ succusio derivetur.

464 Neque ob id Pauliano ac Mako inficiabor, terræmotum è prolapsu fornicis disjectæ in visceribus montis, aut cavernæ subterraneæ ortum habere posse. Hæc enim causa sufficiens est ad ejusmodi succussionem producendam, quando moles adeò enormis sit, quæ motum vehementem in partes, quibus decidendo incumbit, imprimere valeat: quod etiam in simili casu domus concuti in superficie, quam habitamus, sæpe experimur. Verum terræmotus hujusmodi momentanei sunt, neque ultra succussionem à motus communicatione profectam, amplius iterantur; quod in terræmotibus hactenus descriptis non evenit, concussionibus sæpius repetitis, solum vexantibus. Qui quidem tremores aliquando *subsultorii* sunt; frequentius *undulatorii*, nonnumquam tamen ex utroque participare testantur, qui horribili hoc vindicis Dei flagello diu vexati fuerunt, ut de Italia Cisalpina modo scripsimus.

465 Demum observante Buffonio, conformatio montium non eadem ubique terrarum animadvertitur. Andes in America ab austro in boream protenduntur: in Africa ab occidente in orientem; Pyrenæos, Alpes, Apenninos in Europa orientem versus, etsi admodum obliquè, tamen converti videmus. Ceteroquì brachia quædam, aut ramos, si ita appellare fas est, quaquaversus ubique terrarum protendere animadvertimus primigenios illos montes, quæ indiscriminatim omnem plagam respiciunt, ac valles, planities, colles interci-

piunt, incolarum orbis commodis mirificè inservientes, ut in eorumdem vaga conformatione sapientissimi, ac benefici auctoris manum quod in ceteris naturæ operibus, in hoc etiam liceat introspicere. In montium visceribus *regnum fossile* seu *minerale* præcipuam sedem habet. Porrò *fossilia* dicuntur ea omnia, quæ à terræ visceribus eruuntur, ac in quatuor classes vulgò tribuuntur. *Terras* scilicet omnis generis, *succos* seu materias pingues et salinas; *lapides* tum vulgares, quum etiam pretiosos: ac demum *metalla*, de quibus omnibus capite sequenti singillatim est disserendum ea brevitate, qua physicum decet; ne in messem alienam falcem immittat. Hæc enim tractatio chemiæ, mineralogiæ, atque historiæ naturalis sparta est.

CAPUT TERTIUM.

DE FOSSILIBUS.

§. I.

De terris.

466 Si recentibus chemiæ auctoribus fidem habemus, quinque species terræ elementaris etiamnum in natura distinguuntur, quæ omnes æquo jure nomen *elementaris* sibi vindicant, eo quod et inalterabiles sint, et in alias substantias resolvi nequeant, ac præterea in omnium substantiarum non simplicium compositionem ingrediantur. Substantias non simplices modo

nominavi: quoniam chemici 33 simplices etiamnum cognitas asserunt, quas et peculiaribus nominibus insigniverunt, suntque: *lux*, *caloricum*, *fluidum electricum*, *oxygenium*, *azotum*, *hydrogenium*, *sulphur* seu materia sulphuris, *phosphorus*, *carbonium*, *septemdecim metalla* infra ubi de metallis nominanda, *calx*, *barytes*, *magnesia*, *alumen*, seu materia aluminis; *silex* seu materia silicea, *soda*, ac *potassa*: quibus nominibus quid significare velint, operæ pretium est explanare.

467 Quid *lux*, *caloricum*, *ignis electricus*, *oxygenium*, *hydrogenium* sint, suis locis explicatum manet. Ad *azotum* quod attinet, substantiam illam dicunt *combustibilem*, *acidificabilem*, principium essentiale corporis animalis, quod cum *calorico combinatum*, *gas azotum* generat. *Sulphur* est substantia combustibilis sufflata, odora, electrica, duplicem excitans flammam in combustione; cæruleam quidem si lente aduratur; albam tamen exhibet, quando violenter conflagrat: terris, atque alcali facillimè *combinatur*, ac tum solubilis evadit. Metallis admixtus materias sulphureas omnis generis producit. *Phosphorus* est substantia combustibilis, *acidificabilis*, alba, pellucida, *crystallizata*, fusibilis, duplici modo combustionem patiens, aut lentè flamma albicante acri odore, aut violenter, tuncque vividè splendet, nullumque odorem effundit. *Phosphorus* numquam in suo simplicitatis statu in natura invenitur, eo quod maximè combustibilis ac resolubilis sit. Citius cum sulphure, ac metal-

lis societatem init, quam cum substantia animali, cui solummodo antehac sociari credebatur *carbonium* est substantia *acidificabilis*, à qua carbones vulgares habent, quod combustibiles fiant, atque in acidum carbonicum *oxygenio* atmosphærico *combinatum* transit. Magnam partem in compositionem corporis animalis ac vegetabilis ingreditur; ab eoque soliditatem, seu *consistentiam* accipiunt. Ab eo etiam succi crassi maximè proveniunt, ut oleum, cera, sebum etc. De *alumine*, *baryte*, *calce*, *magnesia*, *silice*, statim. *Soda*, unum ex tribus *alcalinis* acrem, ac urentem saporem exibet, urinæ saporis non dissimilem; alba est, *consistens*, in parvas laminas cristallizata, fusibilis, liquescens, à qua silex funditur, atque in vitrum convertitur. Antehac cum *potassa* confundebatur, quæ omnibus prædictis gaudet proprietatibus. Verum hæc sales omninò diversos generat, ab eis, qui à *soda* producuntur, è qua acidum, cum quo *combinatur*, aufert *potassa*.

468 Ad substantias terreas, quæ sunt hujus thematis scopus, deveniendo, *alumen* hoc nomen à recentibus nomenclatoribus accepit, quia hæc terra basis est aluminis vulgaris. Mollis tactui est, linguæ adhæret, ad ignem durescit, aqua subigitur, plerisque acidis conjugatur. Sicca in subtiles lamellas conformatur; cum aqua et silice commixta maximè induratur. In argilla, steatitis, schystis, aliisque ejusmodi lapidibus magna copia continetur.

469 *Barytes* à pondere insignis est numquam sola in natura invenitur, at semper

cum acidis *sulphuricis*, et carbonicis indissolubili vinculo copulatur. Ad ignem in vasculis fusoriis cum silice, et alumine admixta, cæruleum aut viridem colorem exhibet, quem etiam violarum dissolutioni communicat. Majorem quam *alcali* cum acidis affinitatem ostendit. Idcirco acidum *sulphuricum* avide à liquidis imbibit, cum quo statim *combinatur*.

470. *Calx* (elementaris scilicet, non illa vulgaris) quæ plurimum ad proprietates alcalinas accedit, unica est è terris, quæ saporem acrem exhibeat, calidum, causticum, ac urinosum. Confectionem è violis factam in viridem colorem transmutat; vapores aqueos maximè imbibit, à quibus extinguitur. *Calx* aqua *combinata* eam in corpus solidum transmutat, adeoque caloricum ab illa expellit, è quo liquiditatem mutuabat. Ab igne nullum detrimentum patitur, dum ab aliis substantiis dissociata est; verum cum alumine, ac silice copulata, ab ipso resolvitur.

471. *Magnesia* terra est subtilisima, albedine insignis, igni resistens, mollis ac levis, ab aqua solvitur, si magna copia ipsi affundatur; tenuiter violarum succos viridi calore inficit. Acidis *combinata* magnesia, sales admodum solubiles generat, qui tamen à calce resolvuntur, ob prævalentem cum ipsis affinitatem. Ex hac magnesiæ cum acidis affinitate, *ammoniacæ* sociata, quæ magnam pariter cum illis affinitatem habet, oriuntur sales, qui *duplicis basis* dicuntur. In amianto, ophite, aliisque lapidibus abundat hujusmodi terra.

472 *Silex*, non illa vulgaris, quæ substantia composita existit, terra simplex est, tactui aspera, ob idque metalla affrictu signat, nec igne funditur, nec aqua dissolvitur, imo plerisque acidis resistit: ab *alcalis* tamen valido igne admoto funditur, ex quo vitrum conficitur. Arena, silex, verbo, lapides omnes igniferæ hac terra tamquam base principali componuntur. Credebatur anteà simplicior, quam ceteræ terræ, quas ex hac descendere, velut ex elemento autumabant: cui tamen opinamento experientiæ hactenus institutæ non suffragantur. Usibus humanis siqua alia eximiam operam præstat: ab ea quippè vitra, cæmenta, figulina creta etc. componuntur, quibus humana supellex maximam partem concluditur.

473 Ex hisce quinque terris primigeniis diversimodè combinatis, immensa varietas mineralis regni præcipuè enascitur. Nam binæ, ternæ, sociatæ, ac simul cum *oxydibus* ferri etc. commixtæ, lapidum diversas species componunt, quæ innumeræ habentur in natura. Quod si ipsis acida permisceantur, classes *salis petræ* oriuntur, quæ plurimæ à chemicis numerantur. Cave tamen credas prædictas terras invicem aut in metalla transmutari; hoc enim, si recentibus chemicis fidem adjungimus, experientiæ adversatur, atque adeò inter deliria veterum chemicorum, aut etiam philosophorum relegare jubent. Fortassè plura ex his, quæ velut indubitata venditantur, eamdem vicem à posteris subibunt.

§. II.

De succis, seu materiis oleosis et salinis.

474 *Oleum* unum est ex succis, quibus corpus animale, et vegetabile compingitur; estque substantia combustibilis ex *hydrogenii*, et *carbonii* combinatione proveniens. A majore *hydrogenii* quantitate olea plus minusve ad inflammationem prona sunt: ab eo enim habent, quod inflammabilia existant. Unctuosa etiam tactui sunt olea, atque ab aqua indissolubilia. Interno naturæ labore in vegetabilibus et animantibus formantur: ab his artificio extrahuntur distillatione, igne agente, qui *hydrogenium*, et *carbonium* in ipsis contentum secum abripiens, vi affinitatis cum utroque, ex qua combinatione olea proveniunt.

475 Olea à natura elaborata, aut *concreta* aut *volatilia* sunt: illa arte conquisita *empyreumatica* audiunt. Parum *oxygenii* in oleis reperire licet: quod si nimium absorbere ea contingerit, concrescunt, ac vim conflagrandi amittunt. Hinc omnia olea concreta seu *fixa*, ut placet chemicis nuncupare, magis addensantur ab *oxygenio* majore quantitate imbibito, quod ex aeris contactu participant. Idem etiam ab acidis et *oxydis* metallicis obtinent, si cum ipsis permisceantur. Cum *alcalis* causticis si olea fixa copulentur, sapores proveniunt in communi hominum usu adhiberi soliti.

476 Olea *volatilia* acri gaudent odore,

qui magna copia ab ipsis circumfunditur: eoque amplius, quo calor continenter augetur, ita ut ad gradum 80 calore perveniente, penitus dissipentur. Cum *alcalis* olea *volatilia* ægrè miscentur: ab acidis inflammantur: quum oxygenium magna quantitate imbiberunt, in resinas abeunt. Facilius quam olea fixa conflagrant, eo quod majorem hydrogenii copiam contineant; atque idcirco ex ipsis major aquæ quantitas resolutione obtinetur. *Carbonium* ab ipsis contentum *præcipitare* haud ægrè sinunt, è quo *atramentum fumi*, seu *color niger* è fumo conficitur, quo artifices uti solent.

477 Compositum ex acido cum aliqua ex terris simplicibus (silice excepta, quæ ab acido non invaditur); aut cum uno ex alcalis aut ex metallis combinato proveniens, *sal* appellamus. Hinc quoniam omne acidum ex materia combustibili, et *oxygenio* eam in acidum transformante componitur, cui insuper una ex tribus substantiis modò indicatis adjungi debet ad salis formationem, perspicuum fit, vel simplicissimum salem tribus substantiis constare debere. Ex quo etiam pronum est derivare 24 esse salis *radicalia*, seu *bases* (160); tres videlicet *alcali* species, quatuor terræ (467) simplices, ac septemdecim metalicæ substantiæ mox recensendæ, ob idque *radicalia*, aut *bases salsificabiles* has 24 substantias appellant chemici.

478 Verum juvat *acidorum* atque *alcalium* notionem clariorem hic exhibere, quoniam velut succi primigenii haberi debent, ex quibus

alii derivantur. Omne combustibile ea quantitate *oxygenii* oneratum, ut saporem acrem mali aurei similem nanciscatur, *acidum* vocamus. Acidorum proprietates characteristicæ sunt, succos vegetabilium, cæruleum referentes colorem, ad purpureum traducere; cum alcalis, terris, ac *oxydis* metalicis libenter copulari; atque ea attrahere ad se, aut ab ipsis vehementer attrahi. Acida variari admodum possunt, tum in intensione, quum etiam in specierum diversitate. Nom quum ex commixtione *oxygenii* cum combustibili acidum oriatur, si acidum vehementissimum à nimia oxygenii quantitate evaserit, adjunctione novæ substantiæ combustibilis temperabitur, et contra *oxygenii* augmento acidum mitè intensius fiet.

479 Corol. Quare quum omnia corpora ab *oxygenii combinatione* cum parte eorum combustibili resolvantur, seu comburantur; quæ oxygenio saturata sunt, incombustibilia evadunt: contra vero quæ prædicto modo oxygenio privantur, à cujus combinatione incapacia fiebant sustinendæ combustionis, illo privata, iterum evadunt combustibilia. Habes igitur cur omnes substantiæ *calcinatæ* seu in cineres conversæ, incombustibilia sint: *oxygenio* enim in combustione saturantur: quo si priventur, combustibilia iterum evadunt.

480 Ad species acidorum quod attinet, à combinatione cum 24 prædictis substantiis, quas bases *salsificabiles*, aut *radicalia* antea appellavimus, quatuor gignuntur species. 1. Acida à

radicalibus notis, ac simplicibus composita continet. 2. Acida à radicalibus ignotis profecta complectitur. 3. Quæ radicalia bina composita continent, tertiam speciem exibent. 4. Demum à tribus radicalibus, quæ componuntur acida, hujus classis sunt propria. Hinc omne acidum combinatum cum terris simplicibus, vel cum alcali, aut substantiis metallicis, totidem salis species generat; qui proinde sales nonnisi prædictarum substantiarum cum acidis combinationes existunt.

481 *Alcali* est substantia acri, urente, atque urinoso sapore insignis: à caustica actione in omnes substantias animales præcipuè discernitur. Succos violarum cæruleos in viridem atque etiam in viride flavescentem colorem transmutant *alcali*. Tres species ejusdem numerant chemici recentes: *potassam*, *sodam* et *ammoniacam*, ex quibus, duo *alcali* prius nominata, *fixa* seu concreta apellantur, eo quod ad ignem funduntur, quin evanescant; quod tertio non evenit, atque idcirco *volatile* dicitur. *Potassa* ac *soda*, ut jam antea diximus, inter substantias simplices habentur, quoniam etiamnum in alias resolvi non potuerint. Prima quidem è cineribus cunctorum vegetabilium educitur; altera à plantis propè littus maris provenientibus. *Ammoniaca* præcipuè in sale ammoniaco sedem habet, à qua *basem salsificantem* mutuat.

482 Corol. Ex hactenus dictis pronum est deducere, innumeras species salium in natura inveniri; quoniam plurimæ combina-

tiones, ex 34 acidis hactenus cognitis cum tribus *alcalis*, quatuor substantiis terreis, ac septemdecim metallicis provenire queunt; ex quibus plures salium classes, et genera juxta acidorum varietatem notantur, in species innumeras porro distribuendas, neque in omnes adhuc distributas: ex. gr. 34 acida cum 4 terris admixta 34 genera salium basi terrea et alcalina præbent, in 140 species notas distributa, quæ pluribus adhuc augeri queunt. Qui singulatim prædictos sales cognoscere avet, recentes à Lavoisiero chemicos adeat, ubi et species etiamnum cognitas reperiet descriptas, et nomina ab antiquis diversa, quadam peculiari methodo inventa, condiscet, quibus gradationes salium in qualibet classe luculentius exhibentur.

483 Juvat tamen quatuor adhuc salium genera explicare, quæ frequentius solent nominari etiam ab iis, qui Chemiam non tractant; suntque sales *neutri*, *metallici*, *petrei*, ac *essentiales*. Sal *neutrum* dicitur illud, quod basim salificabilem plenè saturatam habet ab acido, ex quo tamquam principio *salificante* componitur. Hujusmodi est sal commune, quo ad condiendos cibos utimur, quod *muriatum sodæ* recens audit. Sal *metallicum* à combinatione acidi cum 17 substantiis metallicis, cujus natura acris et corrosiva est, hoc nomen obtinuit. *Salispetra* genus vastissimum est, quod in duas classes tribui potest; altera quæ ab aqua solvitur, altera quæ ejus actioni resistit. Primæ classis sales passim omnibus occurrunt; quæ vero ad alteram

pertinent, inter sales vulgò non numerantur; ut sunt crystalla, marmora, steatites, gypsum petreum, etc. Demum ab *hydrogenio* et *carbonio* sales *essentiales* generatim componuntur, qui idcirco hoc nomen meruerunt, quia præcipua sunt materia, ex qua vegetabilia coalescunt. Ab adjunctione *oxigenii* in acida transformantur: imo acidum vegetabile è proportione principiorum à sale essentiali tantum differre videtur.

APPENDIX.

De gustu et olfactu.

484 Indubium est, gustum, et odoratum, qui duo sensus in corpore animali resident, ab explicatis hactenus succis ad suas functiones excitari; unde commodior hic videtur locus dicendi ea, quæ ad utrumque sensum pertinent. Ac primò quidem *gustus* duplici modo considerari potest, aut enim in substantia illum excitante, aut in membro affectionem excipiente concipimus, quæ duo nimium quantum inter vicem dissident. Sapida enim corpora illa sunt, quæ salibus vi humoris solubilibus (præc.) constant, unde attenuati in organa gustus se insinuent, modo huic sensui vellicando apto, ut sensatio in anima excitetur. Hinc substantiæ illæ, etiamsi salibus refertæ, quæ in *salispetræ* altera classe conscribuntur, nullo modo sapidæ sunt, quod ab horis humore earum sales non dissolvantur, ut crystallus, marmor etc.

485 Corol. 1. Quoniam innumeræ species salium in natura resident, qui multiformiter conjugari queunt; mirum non est, si tot saporum varietatem in esculentis, ac poculentis sentiamus, quæ non minus naturæ fœcunditatem ostendunt, quam beneficam illam manum, ac tenerum affectum supremi omnium Datoris, qui non solum necessaria abundè nobis providit, verum delicias etiam omnis generis amantissimè præparavit.

486 Corol. 2. A salium etiam qualitatibus sapores grati, aut displicentes; dulces, acres, amari, caustici, saponacei etc. proveniunt, prout sales, quibus potiones, esculenta, aut quæcumque alia ori applicamus, ad genera hujusmodi qualitatibus prædita referuntur. Ab his enim fibrillæ, quibus mediantibus vellicatio transmittitur, aut leniter demulcentur, aut violenta irruptione in ipsarum texturas distentæ vexantur, aut etiam disrumpuntur.

487 Ceterum non omnes ab iisdem salibus æquè afficiuntur. Nam organi diversa conformatio plures in sapores modificationes inducere potest, prout à sensu illas recipiente plus minusve delicato, aut diversimodè affecto titillationes ad animæ sedem transferuntur: Organum autem gustus lingua est, etiamsi fauces, labia, ac gingivæ nonnihil à saporibus præsertim acribus et causticis afficiantur. Tribus tunicis substantia musculosa linguæ contegitur. Estima illa, quæ epidermis species est, in brutis satis aspera frequentius conspicitur ad ruvidiores pabuli crassioris attritus sine offen-

sione ferendos: in homine verò mollis ac delicatioris texturæ, quoniam titillationes blandas, ac suavius organum demulcentes percipere debebat. Hanc excipit tunica quædam ad instar cribri undique pertusa, ut tertiæ membranæ apicibus seu *papillis*, ita enim vocant, adeoque membranam *papillarem* dicunt, locum præbeat ad epidermidem usque se protendendi. Hujusmodi enim *papillæ* nervulorum apices sunt, qui noni paris nervis, ut Boerhavio, quinti ut aliis placet (Metaph. 350) conjunguntur, ut ad animæ sedem notitiam referant earum, quæ in ore accidunt, affectionum.

488 A Malpighio sedem gustus in prædictis papillis collocant omnes physiologi, nec injuria: satis enim prominentes sunt hujusmodi papillæ, in quorum cavitates sales se insinuant, ibique nervulorum apices multimodis commovent: juxta indolem salium diversam, atque inde vellicatio ad cerebrum nervulorum ductu propagatur. Hinc est, quod sensatio acutior in linguæ apice residet, quoniam ibi confertissimæ sunt papillæ; mediocris ad linguæ medium, prorsus hebes in fundo, ubi lingua et fauces œsophago conjunguntur, quoniam in his locis magis invicem papillæ distant. Quod si aliquando corrupta lingua, ut à Catio referri, ait Mako, quosdam gustus non amissise verum est, papillis per fauces ac labia dispersis id tribuitur, in quibus aliquam titillationem excitari, maximè à salibus urentibus piperis, aliisque acrioribus, passim experimur. Et Catius quidem in Mako papillas hujusmo-

di ad œsophagum etiam ad ventriculum extendit, à quibus famis ac sitis affectiones exponit, quæ quidem si ad gustum referendæ sunt, procul dubio hoc modo oportet explicare.

489 Corol. Itaque quæcumque linguæ papillas à statu suo naturali deturbant, gustum corrumpere debent; ita ut si nullam prorsus vellicationem præsentiant, sensus ille prorsus extinguatur. Hinc est, quod febricitantes, catarrho ad fauces fluente vexati, aliique humoribus pinguibus ad linguam depositis laborantes, saporem à cibis nullum percipiant. Hinc etiam provenit hebetudo in palato illorum, qui saporibus nimium irritantibus assuescunt, ut sunt liquores, quos *spiritosos* dicunt. Imò qui à remediis ad nauseam provocantur, à spiritu vini in ore aliquantulum retento, præsens auxilium poscunt, ut nauseatam potionem in stomacho contineant.

490 Ad olfactum quod attinet, ea qua processimus methodo in gusto exponendo, ad hunc etiam sensum explicandum utemur. Odores enim aut in corpore odoro, aut in organo ab iis affecto considerantur. A corporibus nimirum continenter effluvia quædam emanant, quæ per circumstantem atmosphæram ultro citroque feruntur; aptumque nacta organum, quod percellant, vim suam in ipsum exerunt. Hujusmodi sunt sales volatiles (476), qui è corporibus avolant facillimè; atque adeo exhalationum regio hujusmodi corpusculis refertissima est: eoque magis, quo à *calorico* resoluta ad evaporationem vehementiorem corpora adiguntur.

491 Corol. 1. Hinc illæ omnes substantiæ, quæ particulis maximè fluidis coalescunt, ad odores emittendos aptissimæ sunt, si salibus volatilibus insimul ditentur, ut liquores *spiritosos* passim experimur. Corpora etiam quædam existunt, quæ etsi admodum compacta sentiamus, odores tamen acutissimos spirant, ut *moschus*, succinum, flores, ligna odorifera etc. quod à copiosa salinarium particularum ex earum substantia emissione provenire indubium fit, ex eo quod alia etiam corpora evaporatione particulas continenter emittunt, quin ullum in sensu concitent odorem.

492 Corol. 2. Quare odora etiam corpora si vetustate, aut nimio calore volatilium salis particularum copia fraudentur, odor, aut omnino cessat, aut hebetatur quidem certè. In succino, *moscho*, lignis aromaticis primum evenire experimur, quum vetustate effœta salibus, nullum amplius spirant odorem. Alterum in floribus meridianis horis, aut æstivo calore obtinente passim occurrit, exhaustis quippe ab exhalatione volatilibus particulis, odores non proveniunt, donec aere frigescente, à succo nutritio deperditæ, sales denuò instaurentur.

493 Corol. 3. Odorum varietas, ut et saporum (484), à diversis salium speciebus petenda est, quæ quum multiplices sint, ac etiam multimodis in quantitate, conjugatione cum aliis substantiis, attenuatione etc. queant variari; innumeræ odorum species ex hujusmodi diversitate proveniant oportet. Adde huc diversas organorum temperationes, à quibus im-

pressiones in organa pariter modificari indubium est.

494 Nam olfactus prout in organo concipitur, in membrana *pituitaria*, quæ internam narium superficiem convestit, residet; ut omnium consensu probatum videmus. Est enim prædicta membrana innumeris papillis nerveis instructa, quæ salium vellicationes excipiunt, permotionemque receptam ad cerebrum transferunt. In homine hic sensus non adeo acutus est, ut in multis animalibus experimur. Nobis enim hæc suppellex necessaria non erat, imò admodum incommoda foret eo gradu perspicacitatis, quo plura animalia ad cibum inquirendum opus habent, ut de apibus fertur, quæ in mel per aliquot passuum millia odore feruntur. Exempla tamen habemus in homine acutissimi odoratus, in quo odoram canum vim exequare quidam videntur. In Historia *Antillarum* legitur, æthiopes inibi commorantes ab odoratu vestigia europei à vestigiis æthiopum satis discernere. Audivi à quodam in collegio Soc. Jesu *Maniliensi* olim commorante, pueros indigenas ibidem famulantes, linteas vestes Patrum in prædicto collegio degentium, qui ad quinquaginta, eoque amplius numerabantur, ac postquam lotæ fuissent, singulis hebdomadis cuique restituebantur, sola odoratione adhibita, distribuere solitos, quin signa apposita vel intelligerent, vel consulerent. Rei veritatem lectori judicandam permittimus.

495 Olfactus eo etiam modo, quo de gustu exposuimus, hebetari solet. Constanter ex-

perimur eos, qui acribus odoramentis delectantur, ut sunt qui pulveris nicosiani, *tabaco* vulgò dicti, continenti inspiratione nares implent, deteriore olfactu plerumque utuntur. A fluxione etiam humoris in nares abundatiore olfactum hebetiorem fieri, ii, qui catharro laborant, passim experiuntur. Imò frequenti sanguinis per nares emissione, sensum omnem odorum amisisse, affirmat Paulus Mako. Sed hæc hactenus.

§. III.

De lapidibus.

496 E quinque terris simplicibus (476) totidem lapidum genera componuntur, quæ diversas deinde species singula continent, familiam omnem complectentes. Primum genus mixtiones omnes *calcarias* continet; alterum mixturas *baryticas*; tertium *magnesianas*; quartum *aluminosas*; quintum *siliceas*. Hoc ordine species sub quolibét genere distributas dabimus quin singillatim nomina sub ipsis comprehensa indicemus, quod *Lithologiæ* munus est, non Physicæ, quam tradimus.

497 Ac primum quidem genus *calcarium* sex species complectitur ex mixturis *calcariis* coalescentes, quas numeris designabimus, ne repetitione iterata in fastidium recensionem adducamus. 1. Lapides omnes calcarios ex *magnesia* et *calce* compositos complectitur. 2. Ex *calce* et *baryte* cinereo colore. 3. Ex *carbonato*

calcis et *alumine*. 4. Ex *calce* ac *silice*. 5. Ex *calce* et *bitumine*. 6. Ex *lapide calcario* et *ferro*.

498 Alterum genus *baryticum* ex duabus tantum speciebus coalescit: ex quibus prima mixtionem continet *solphati* ex *baryte*, *petroleo*, *gypso*, *alumine*, ac *silice*: altera mixturam ex *carbonato barytis ferreæ*, ac *silice* indicat. Lapides *Epatici*, ac *Spatici* dicti ut plurimum in hoc genere continentur.

499 Tertium ex *magnesia* compositum genus quinque species amplectitur. Ex *magnesia pura*, *silice*, et *alumine*, qui lapis *magnesianus* audit. 2. Ex *carbonato magnesiæ*, *silice* et *alumine*: in hac talcus, steatites plures, etc. continentur. 3. Ex *magnesia pura*, *silice*, *alumine*, *aqua* et *ferro*. Ophites in hac classe numerantur. 4. Ex *carbonato magnesiæ*, *silice*, *calce*, *alumine*, et *ferro*: continetur in hac specie asbestus, ut amianthus in sequenti. 5. Ex *carbonato magnesiæ*, *calce*, *solphato barytis*, *alumine* ac *ferro*.

500 Quæ ab aluminosis commixtionibus quartum genus componunt, in sex species tribuuntur. 1. Ex *alumine*, *silice*, *carbonato calcis*, ac *ferro*, in qua argillæ omnes concluduntur. 2. Ex *alumine*, *magnesia pura*, *silice*, ac *ferro*. 3. Ex *alumine*, *silice*, *magnesia*, *calce*, ac *ferro*. 4. Ex *alumine*, *silice*, *carbonato magnesiæ*, *calce*, et *ferro*. 5. Ex *alumine*, *silice*, *sulphure ferri*, *carbonato calcis*, et *magnesiæ*. Vulcanicæ materiæ bitumine adjuncto ex hac classe lapidum, ut plurimum existunt. 6. Ex *alumine*, *silice*, *calce*, et *aqua*.

501 Demum in quinto genere omnes lapides igniferæ comprehenduntur, quæ in octo classes tribuuntur. 1. Ex *alumine*, *silice*, *calce*, ac *ferro*, in qua omnes lapides pretiosi, gemmæ, carbunculi, topazius, hyacinthus, smaragdus etc. comprehenduntur. 2. Ex *silice* aut pura, aut *ferro*, *calce*, *alumine* admixtis in modica quantitate. 3. Ex *silice*, *alumine*, *calce*, ac *ferro*. In hac silices vulgares ignivomi collocantur. 4. *Silici* adjungit mixtionem *aluminis* ac *ferri*, ex qua jaspides colorati proveniunt. 5. Ex *silice*, *alumine*, *calce*, nonnihil *magnesiæ*, ac *ferri*. 6. Ex *silice*, *calce*, *magnesia*, *ferro*, *cupro*, *acido fluorico*. 7. Ex *silice*, *fluato calcis*, *solphato calcis* ac *ferri*. 8. Ex *silice*, *alumine*, *baryte*, *magnesia*.

502 Corol. Quoniam omnia lapidum genera, et species, à conjugatione terrarum simplicium cum salibus, ac metallicis substantiis proveniunt, planum est novos lapides naturæ labore quotidiè formari, formatos dissolvi, aut in majorem molem excrescere posse.

§. IV.

De metallis.

503 Metalla sunt substantiæ simplices ex 33 etiamnum cognitis *combustibiles*, *lucentes*, seu lucem reflectentes, *graves*, *opacæ*; ob idque lucem reflectunt, etiam in pulveres redactæ, fusiles etiam sunt *crystallizabiles*, aquam, et quædam acida resolvunt, oxygenium ipsorum separando. Cum *sulphure*, *phosphoro*, et *carbo-*

nio copulantur; qua ex conjugatione petræ *minerales* formantur. Invicem multimodis commiscentur, ex quo alligationes metallicæ proveniunt. Metalla pluribus chemicis gaudent proprietatibus præ aliis substantiis hactenus cognitis. Nam 1 calcinari patiuntur, sive ut recentia nomina adhibeam, sunt *oxydabilia*: chemicis enim junioribus *oxydatio* idem est, quod à veteribus *calcinatio* dicebatur. Porro *oxydum* vocant omne combustibile cum *oxygenio* combinatum quantitate minore, quam ut in acidum convertatur (477). Hinc oxyda *vegetabilia*, *animalia*, ac *metallica* distinguunt; prout ab his substantiis calcinationes obtinentur, in quibus plures species *oxydorum* distinguunt, quas apud chemicos videre licet. Quare omnis substantia *calcinabilis*, et *oxydabilis* est. 2. Quædam metalla, ut *molibdenum*, *arsenicum*, ac *tungistenum* in acida converti possunt: quoniam post *oxydationem*, combustionem suam perficiunt, si copiosius *oxygenium* imbibant, à quo in acida convertuntur. 3. Eo ipso quod acida evaserint, *salificantia* etiam fiunt, *bases salificabiles* in sales convertendo (477). 4. Sunt etiam *salificabilia*, quia cum acidis *combinata*, *bases* sunt salium metallicorum.

504 Metallorum septemdecim substantiæ simplices numerantur; quæ in quinque classes tribuuntur. Prima continet metalla friabilia, atque *acidificabilia*. 2. Metalla friabilia, quæ tantum *oxydabilia* sunt. 3. Metalla mediocriter ductilia, ac solum *oxydabilia*. 4. Nimium ductilia, quæque facilè *oxydantur*. 5. Demum metalla

omnium ductilissima, ægrè tamen *oxydabilia*. In prima classe *arsenicum*, *tungistenum*, *molibdenum* comprehenduntur. 2. *Cobaltum*, *bismut*, *nichel*, *manganesium*, et *antimonium*. 3. *Mercurius* et *zincum*. 4. *Plumbum*, *ferrum*, *cuprum*, *stannum*. 5. *Argentum*, *aurum*, *platina*.

505 Schol. Ante novam chemicorum methodum veteres dividebant metalla in *perfecta*, et *imperfecta*, seu semimetalla. In primis numerabant, eorum pondus specificum in gradatione sequendo, *Aurum*, *mercurium*, *plumbum*, *argentum*, *cuprum*, *ferrum*, *stannum*. Ad imperfecta metalla relegabant *arsenicum*, *cobaltum*, *bismutum*, *zincum*, *cinnabarim*, *antimonium*.

506 Metalla mineralia seu *mineralizata* illa vocant, quæ cum alia substantia combustibili combinata, metallorum proprietates amittunt. Substantia autem metalla suis qualitatibus exuens *mineralizatrix* audit; ac tertia illa substantia ex utraque proveniens *minerale* nuncupatur; quod idem sonat, ac fossile latinis. *Arsenicum* ac *sulphur* in maximis *mineralizatoribus* habentur, quoniam ferè omnia metalla ab his in lapidem *mineralem* convertuntur. Ceterum alia etiam metalla sæpius invicem conjugata reperiuntur, ut notum est his, qui separandis invicem metallis insudant. Idcirco in officinis metallorum purgationi destinatis, tot labores impendunt opifices, malleis, igne, mercurio, trituratione etc. metalla subigendo, ut substantiæ copulatæ in *minerali* invicem dissocientur. Qui plura de his cognoscere avet, metallurgicos adeat, ac recentia lexica chemicorum,

in quibus hæc, quæ nos cursim dedimus ex eorum penu translata, distinctius, ac uberius tractata reperiet. Ad calcem hujus capitis, quæ de magnete scitu digna occurrunt, relegavimus, quod peculiarem tractationem sibi vindicat hic lapis, singularibus qualitatibus insignitus; quæ proinde physicorum attentionem ad se converterunt, ut eorum ingenia torquerent.

APPENDIX.

De magnete.

507 Magnes, dictus etiam *lapis Heracleus*, è multis unum est naturæ arcanum, cujus investigationem plures tentarunt, inutili tamen labore hoc unum assecuti sunt, ut posteris ostenderent, plura esse naturæ mysteria, quæ humanum captum prorsus exsuperent. In lapidibus plerique recensent magnetem; nonnulli ad metalla relegant. Quidquid tamen de fossilium classe, ad quam revocandus sit magnes, qui fortassis in mineralibus (509) rectius collocabitur; illud certum, insigne peculiare ipsius esse duos polos habere, in quibus maximè vis illa residet, quæ in illo observatur. Ut autem polorum situs dignoscatur, circum magnetem limatura ferri spargitur, quæ ab ipsius attractu ita disponitur (fig. 41), ut poli AA, BB à filamentorum positione ad rectam accedente satis indicentur, dum ad latera in curvas AEB conformantur. Aliquos inveniri magnetes, qui plures habeant polos quam duos, testis est Brissonus. Nimirum magnetes hujusmodi ad

boream ac meridiem non è duobus punctis convertuntur, sed è quatuor aut sex eam affectant positionem. Axis magnetis est recta AB per polos transiens: planum autem cum hac recta congruens, magnetis meridianum concipitur: æquator verò planum per EE ductum, axem, ac meridianum normaliter dividens. In quotcumque frustula magnes dividatur, partes divisæ polos exhibent, constanter ad austrum et boream se dirigentes; ex quibus poli ipsius, ut et globi terraquei nomen derivant.

508 Sex in magnete characteristicæ proprietates notantur: *attractio*, *repulsio*, *directio*, *declinatio*, *inclinatio*, atque harummet qualitatum *communicatio*. Per attractionem ferrum, aut chalybem ad se trahit, ab hisque vicissim attrahitur: quæ proprietas una tantum est priscis philosophis nota.

. . . Lapis hic ut ferrum ducere possit,
Quem magneta vocant patrio de nomine Graji,
Magnetum quia sit patriis in finibus ortus.
Hunc homines lapidem mirantur, quippè catenam
Sæpe ex annellis reddit pendentibus ex se.
Quinque etenim licet interdum, pluresque videre
Ordine demisso, levibus jactarier auris.
Unus ubi ex uno dependet subter adhærens,
Ex alioque alius lapidis vim, vinclaque noscit:
Usque adeò permanenter vix prævalet ejus.

Lucr. l. 6, v. 906.

Quæ quidem magnetum attractio plurimum au-

getur, si *armati* fuerint, seu laminis ferreis ad polos applicatis, ac prominentibus circumcincti.

509 Altera magnetis qualitas est *repulsio*; quæ quidem tunc notatur, quum duo magnetes ad polos cognomines invicem applicantur: nimirum si boreali polo polus alterius borealis accedat, sese invicem fugiunt, ac repellunt. Contra verò si boreali australis polus appropinquet, amico fœdere conjunguntur magnetes, ita ut fermè in unum coalescant. Si in duo frustula secundum axis longitudinem DD, magnes AB (fig. 42) dividatur; duo segmenta SAN, SBN, quæ prius arcto vinculo vinciebantur, se invicem repellent. Diviso enim magnete in longitudinem axis DD, poli S, N situm non mutant: post divisionem itaque polus borealis N segmenti SAN adjacet polo N. segmenti SBN; quod etiam in polis australibus S, S accidere perspicuum est: ex quo eorumdem mutua repulsio consequi debet: quoniam poli cognomines se invicem fugiunt. Fac tamen magnetem EF (fig. 43) juxta planum æquatoris EF dividi: duo puncta S, D, quæ contigua erant, in polos diversi nominis abeunt; atque ideò se invicem attrahent (præc.); tum enim polus borealis D segmenti EDF adjacet polo meridionali S segmenti ESF.

510 Quod si hæc attractionis ac repulsionis phænomena admiratione digna sunt; profectò non minus mirandum est, ipsa nulla aliorum corporum interpositione impediri, tantumque à distantia prohiberi, ut attractiones ac repul-

siones mutuæ à magnetibus edantur. Inter duos magnetes, aut virgas ferreas, quæ magnetis virtutem participarunt, lapidem, lignum, metallum quodvis intermitte; sese attrahent, aut repellent, si in distantia seu sphæra activitatis eorumdem constituta sint, perinde ac si nullum corpus intercederet. Fuerunt, qui à ferro interposito attractionem ac repulsionem cohiberi contenderent: Brissonus tamen oppositum se constanter expertum esse confirmat.

511 *Directio*, qua magnes continenter versus mundi polos convertitur, tertia est ex aliis ejusdem proprietatibus, quæ hominum generi maximam pariat utilitatem. Ab ea enim *acus nautica* inventa est, quæ aliud *æs triplex circa pectus* nautarum duxit, ut totum, qua latè patet terrarum orbem, intrepidè lustrarent; quum ante acus nauticæ inventionem, vix à maritimis oris recederent, ne terram è conspectu amitterent, è quo cursus maritimi temperabantur, maximè nubilo cœlo stellarum aspectum prohibente. Cave tamen credas directionem magnetis mundi polos constanter affectare. Experimento enim per duo sæcula continuatò notatum est, directionem magnetis continenter tum pro diversitate locorum variare, tum etiam in eadem mundi plaga temporis decursu vicissitudines nulla lege subire.

512 Atque hæc *declinatio* à punctis polaribus quarta inter magnetis proprietates numeratur, eo quod ferè nullus in orbe locus sit, in quo polos nulla flexione respiciat. Porrò *declinatio* aut orientalis, aut occidentalis notatur,

prout orientem vel occasum versus magnes deflectit. Londini ab anno 1580 declinatio, quæ tunc erat 11 grad. 15 min. orientem versus, sequentes subiit variationes: anno 1622 sex tantum gradus ad orientem accedebat; 1634 grad. 4 min. 5: donec 1557 ad polos nulla declinatione sese composuit. Declinationem inde occidentalem continenter ad occasum crescentem magnes affectavit · ita ut anno 1672 duobus cum dimidio gradibus declinaret; 1692 grad. 6; 1771 ad 22 grad. jam recesserat. Parisiis an. 1550 magnes 8 gr. ad orientem declinabat; 11 gr. an 1580; 1610 ad 8 grad. retrocedens consistebat; donec 1666 polos nulla variatione affectaret. Ad occasum postea cœpit declinare, ita ut mense septemb. an. 1787 ad grad. 41 min. 36 consisteret. Ceterum hujusmodi declinatio quandoque interdiù vatiare observata est; mane ad occidentem, vespere orientem versus facta declinatione. Porrò quantitas declinationis facilè dignoscitur, acu magnetica supra lineam meridianam collocata; ac semicirculo, aut etiam quadrante, in gradus diviso aptè secundum meridianam disposito, ut captui obvium cuique est.

513 *Inclinatio* quinta ex magnetis proprietatibus in acu præsertim magnetico oculis luculenter percipitur. Ac ne quis à præponderante alterius partis pondere id oriri posse suspicetur, antequam acus magnete fricetur, observare licebit, eam adamussim esse æquilibratam, atque horizontem utrinque nulla inclinatione respicere. Postquam verò magnetica virtus ipsi

indita fuerit, constanter ad horizontem inclinabitur: ab boream quidem hemisphærium boreale tenentibus, ad austrum tamen se curvabit, in alterum australe delata. Quod si hæc inclinatio constanti lege observaretur ab æquatore ad polos accedendo; plurimum utilitatis ad latitudines geographicas investigandas ex illa derivaretur. Verum ut de declinatione monuimus, de inclinatione pariter asserimus, nulla constanti lege teneri. Londini an. 1576 inclinatio à Roberto Normam ejus detectore inventa fuit grad. 71 cum 50 min. nunc ad 75 grad. extenditur. Parisiis an. 1787 grad. 71 observabatur: quod quadrante, aut semicirculo gradibus distincto ad horizontem normaliter erecto, ac modo conveniente acu inibi collocata, nullo negotio dignoscitur; gradibus anguli ab horizonte et acu comprehensi diligenter notatis.

514 Demum magnetes longè suam speciem propagant, ferro in magnetem commutato: quod ultimum esse insigne magnetis supra posuimus. Nam virgæ, laminæ, aut acus ferreæ vel chalybeæ modo debito à magnete perfricatæ, hactenus dictas induunt magnetum proprietates, perinde ac lapides è fodinis magneticis erutæ: ac proinde *artificiales* magnetes solent nuncupari. Plures methodi inventæ sunt ad hanc virtutem communicandam: vulgatior illa est, ferri laminam polis magnetis fricare ita, ut polus boreus ad unam extremitatem adhibeatur, ad alteram meridionalis: nimirum eadem semper directione fricationes fieri debent, qua inceptæ sunt, eodemque magnetis polo. Si

enim nullo discrimine id fiat, virtus metallo participatur nulla, contactu poli borealis ex. gr. destruente vim, quam australis polus indiderat.

515 Schol. Acus nauticæ inventionem plures nationes sibi vindicat. Neapolitani Flavio Gioja amalphitano tribuunt, quem anno 1302 illam ad usus nauticos applicasse prædicant, haud dissentientibus aliis nationibus, qui hanc gloriam non ambiunt. Veneti Marco Polo concivi suo asserunt; quatenus à sinensibus, ad quos peregrinationem instituit sæculo 13, ad italos hoc inventum an. 1260 transtulisse dicunt. Sinensibus in usu fuisse acum nauticam ab antiquissimo Imperatore Chiningo inventam, afirmant plures, renuentibus aliis, qui ab europeis illos acus usum didicisse contendunt. Plucheus gallis suis ex eo inventionem hujusmodi asserit, quod nautæ lilium, quod gallorum insigne usque ad nostra tempora fuerat, acum nauticam ventos designantem ornare consueverunt. Vide figuram 33. Huc adde Fauchetum, quosdam versus Guyoti poetæ provincialis, qui an. 1100 in vivis erat, in medium afferre, in quibus non obscurè magnetem sub nomine *lapidis nautici* indigitat. Anglis demum placuit etiam hoc inventum sibi adscribere. Vallisii conjecturis innitendo, quibus suis concivibus hoc inventum attribuit. Videsis eruditum Joannem Andresium in *Hist. lit.* tom. 4, lib. 2, cap. 2.

516 Plures excogitatæ sunt à physicis hypotheses, ut magnetica phænomena explica-

rent, quæ quidem non minus abstrusas eorumdem causas ostendunt, quam humani imbecillitatem ingenii ad penitiora naturæ arcana indaganda confirmant. Lucretius loco supra citato effluvia à magnete effluere comminiscitur, quæ aerem rarefaciendo circumfluo recurrenti locum dant, ut ferrum ad magnetem propellat. Plures physici tellurem magnum quemdam esse magnetem autumant, omnia corpora circumstantia ad se trahentem, cujus, veluti in parvis ludens natura, imitamen in magnete nobis exhibeat. Quomodo autem id eveniat, explicare conatur Cartesius, qui ab arctico polo ad australem, et viceversa subtilissimæ materiæ torrentem circumfluere excogitavit, qui per lineas axi terrestri parallelas continenti fluxu defertur, ac vorticem quemdam efficit particularum concursione, eo ferè modo, quo in figura 41 depictum vides. Hujusmodi autem particulas vorticem componentes striatas esse ponit, ut ferè cochleæ sunt; ex quo id necessariò consequitur, quæ polum borealem permeant, ut per australem effluant, per hanc regredi iterum ad borealem non posse, spiris contraria directione formatis id prohibentibus; quod pariter de illis, quæ directione opposita feruntur, dicendum venit. Jam magnes, tellurem in parvo referens, ab hujusmodi vortice eodem prorsus modo, quo tellus, intimè permeatur; unde accessus à polis diversi nominis, recessus à cognominibus provenit. Nam striæ materiæ subtilis ab austro ad boream directione delatæ, canales striatos analoga forma compositos inve-

nientes, facillimè permeant, et versa vice à borea ad austrum recurrentes: quare ex hoc affluxu ac effluxu conjunctio seu attractio duorum magnetum necessariò consequitur. Quod si jam polo cognomines jungas, materia subtilis strias suas in canales contraria directione ordinatos intromittere non potest, ut in cochleis sensu inverso introductis est manifestum. En igitur causam repulsionis in polis cognominibus. Inclinationem ac declinationem ex iisdem principiis deducunt. Nam à polo exiens materia circum tellurem ad alterum polum defertur: unde ad ipsum accedens, ut per axem intromittatur, inflecti debet, et acum aut magnetem inclinare. Variationes etiam in fluxu vorticoso pluribus de causis accidunt, ex quo declinationes magnetis proveniunt. "Et quidem si res poeticè exponenda foret, nihil elegantius Cartesiano commento invenietur. Causas verò sibi pro arbitrio confingere, quæ nulla ratione probentur, nisi quia illis positis, hypothesis satis explicat phænomenon, hoc demum est, qualis mundus possit esse, non qualis sit explicare."

517 Ad similitudinem veri magis accedere videntur, qui à materia electrica hujusmodi proprietates derivant. Compertum quippè est, sæpius fulminum tactu magneticam virtutem ferro inditam fuisse (337); ut etiam explosione electricæ scintillæ in acus nauticas directa, constantem, velut à magnetis contactu, ad polos directionem, ceterasque vis magneticæ qualitates obtinuisse. Enimverò, ut Icari casus alios

deterruit, ne volare tentarent; sic Epinei, qui nuper novam de magnete theoriam invenire conatus est, irritum tentamen, Jacquieri effatum confirmat: "Quod spectat effectuum magneticorum causam, fatendum est, nihil esse in Physica obscurius. Quare ne varias quidem referre volumus physicorum hypotheses, quibus explicatis non fimus doctiores." *Phys. par. sect. 4, c. 2.*

518 Schol. Referente Josepho Polio, præsens remedium à magnete haberi ad dentium dolorem, cujus est acerrimus morsus, sedandum, aut etiam *hemicranias* depellendas, Parisiis paucis abhinc annis magno plausu ferebatur. Faciem dolentis à capite aut dentibus ad boream convertebant, sicque pollentem magna vi attractiva magnetem á polo australi parti dolore vexatæ applicabant, quo facto brevi convalescere malè affectum asserebant. A medicis se, utrum hæc in veris haberent, interrogasse Polius narrat, eosque extra omnem dubitationis aleam positum ipsi asseruisse. Enimverò experientia quotidiana edocemur, medicamentis etiam Horatianum illud effatum possé applicari; multa nascentur, cadentque, quæ nunc sunt in honore remedia, si volet usus, apud quem est etiam jus et norma medendi. Illud certum, apud italos istiusmodi medicamen in usu non esse, quod nonnihil assertum medicorum parisiensium labefactat. Hortatur tamen laudatus Polius tentamina iterare, ut si fortè fortuna vera inveniantur, quæ de virtute medica magnetum prædicantur, miseræ humani-

tati frequenter his doloribus afflictæ præsenti ac facili remedio subveniatur.

CAPUT QUARTUM.

DE PLANTIS.

§. I.

Plantarum descriptio et distributio.

519 Si recentissimum Antonium Laurentium Jussæum audiamus in opere, anno 1789 Parisiis latinè edito, cui titulus: *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita;* rejicienda est *vetus triplicis regni distinctio* in minerale, vegetabile, et animale; cui rectiùs substituitur recentior altera partitio in regnum organicum, et regnum inorganicum, hinc mineralia sola, illinc animantia cum vegetantibus complectens. Inorganicam mineralium naturam constituit compages elementorum in diversa coeuntium mixta, quorum juxtà positione minerale corpus exsurgit; quibus posteà disjunctis, vicissim destruitur. Scientia organorum explorans naturam, in organis formam et contextum et vitæ modum potissimè consectatur. Ens enim organicum et solidis et fluidis constat partibus reciproco se in invicem agentibus motu, quarum solidæ aliæ dantur, *similares*, simplicissimæ, aliæ organicæ ex similaribus factæ; fluidæ verò intra solidarum decurrunt vascula, aut in aerum cellulis consistunt.

520 "Communis animantium, et vegetantium subsistit apparatus, simplicior tamen in vegetantibus, quæ nervis, et musculis præcipuè defraudata, non sentiunt, nec spontaneum exerunt motum. Animal itaque est corpus organicum vivens, sentiens, et agens: planta verò corpus organicum vitæ capax, motus ac sensationis expers.

521 Partes plantarum simplicissimæ, *fibræ* seu *utriculi* dictæ, in animantibus eædem, variè coalescunt in textum utricularem, in membranas, in vascula succo nutritio, aut succo proprio, aut aere turgida. Ex hisce contextis prodeunt centralis medulla, et lignum eam ambiens, et extimus cortex. Perfectiora insuper et majora ex præcedentium concursu organa componuntur, alia plantæ vitam foventia, ut radix, et caulis, et folium; alia propagandæ speciei necessaria, ut flos, et fructus, omnia simul in organum generale, seu plantam coeuntia.

522 *Radix* humi defixa superiùs in caulem producitur: axim seu medium utriusque tenet medulla omninò utricularis, quam strata ambiunt lignea ex longitudinalibus vasorum et fibrarum fasciculis textu utriculari interposito connexis concreta: supersternitur cortex ex fibris, et vasculis, et distinctis utriculorum seriebus ferè parallelis laxè intertextus, et quasi reticularis, in radice madens, ac succosus, in barbaceo caule membranaceus mollis, in arbore siccior, et sæpè rimosus. Succum in tellure paratum, crassioribus exutum particulis, chylo

animali congenerum, radix, venarum lactearum instar, in corpore animali nutritionem incipientium, exsugit avidè, et in caulina defert vasa propellendum altius: copiosum quidem in juniore planta, in vetustiore parciorem, ratione auctæ solidorum molis, et imminuti vasorum diametri. Pars succi altera intra corticem, et lignum devecta concrescit hinc in *alburnum* seu lignum exterius, indè in *librum*, seu corticis interius stratum. Altera continuato vasorum tramite in utriculis glandulisve dimittit particulas nunc melleas, aut gummosas, nunc resinosas, aut acres, et dein ultra decurrens per cutis, et precipuè foliorum spiracula fluidiores ejicit.

523 *Folia* quippe duplex vasorum supra, et subtus per tenues meatus hiantium constituit series, et utrique gemina insternitur membrana facilè post macerationem divellenda. Pori supra positi humorem nimium intùs propulsum, sole etiam eos dilatante exhalant. Pori in averso latentes folio, et sæpè villis stipati matutinum aut vespertinum atmosphæræ rorem hauriunt, qui in interiora compulsus ad radicem usque detruditur, ejusdem nutritione famulans. Sic à radice ad folia, et à foliis ad radicem perpetuo devehitur succus, animantium æmulans circulationem, et idem tribuens vegetanti munus. Alternum ascensum, et descensum juvant spirales tubi vasis intermixti, tracheis vermium similes, aere turgidi per radicis, et foliorum meatus admisso, qui mutua expansione, et densatione succum elaborat, ut

in respiratione animali juvare dicitur. Et hæc quidem vitam vegetabilem perficiunt.

524 Ceterum aliæ sunt partes, quæ plantarum propagationi inserviunt. Dum enim succus affluens diversas vegetantium partes nutritio succo alit, è gemmis erumpentes flores novæ generationi præludunt, exhibentes organa sexualia proprio involucro, sæpiùs duplicato, rariùs simplici circumcincta. Exterius involucrum *calix* dictum interno stabilius, continuum cuticulæ pedunculi floralis, sæpiùs ipsi concolor atque adeò virescens, ceteras floris partes complectitur. *Corolla* in calice interior, libro pedunculi continua, altera est involucri species nonnumquam abortiva, sæpè colorata, non virens, quandoque indivisa, seu continuo ductu perfecta, frequentius foliolis, seu *petalis* distincta, pro flore vulgatius habita, utpotè manifestior, sexualibus inmediatè apponitur organis, quæ sunt stamina mascula ambientia, et pistillum fœmineum centrale. Stamina corollæ congenita, ipsi coæva, et interdum annexa, simul ex eodem puncto nata, simulque post fæcundationem decidua, *antheram* seu folliculum gerunt seminali turgentem *polline*, et filamento sæpè innitentem. Pistilli partes sunt *germen*, seminum rudimentis gravidum uteri instar; *stylus* vaginæ similes, ex summo plerumque germine natus, tubuli capillaris formam referens, interdum nullus: *stigma* stylo insidens, aut eo deficiente germini impositum, sæpè viscidum et madens. Stamina, aut cum pistillo in eodem flore collocata inveniuntur; aut sepa-

ratis in floribus sedem habent; semper tamen in idem opus concurrunt. Namque ut primum maturuere, elastica vi dissiliunt antheræ, et emissum ex his pollen viscido stigmati agglutinatur, ova seminalia fœcundans. Pollen enim vesiculis constat innumeris, minutissimis ac variè conformatis, quæ dum fluido innatant, huc illuc in illo vagantur, latere dein fissæ materiem emittunt glutinosam, nebulæ instar irrumpentem, nec aquæ miscibilem, quæ vera et sola est aura fœcundans ovum seminale fructum proferens. Stamina post fœcundationem, simul cum corolla, quæ vera est staminum appendix, emarcida decidunt, ut succus in ovum fœcundatum uberiùs deferatur. Tunc *fructus* seu *pericarpium* distenditur, et quandoque crascescit utriculis copioso succo turgidis. Concepti in ipso fœtus clanculum crescunt. Succus in idoneum teneræ proli pabulum attenuatus ovula ingreditur, et ad debitam molem perducit. Mox fructus arescit, et dehiscens matura plerumque fundit semina *receptaculo* interiori affixa; interdum in ossea crustaceave nuce, aut *arillo* membranaceo, vel coriaceo recondita.

525 *Semen* duplici sæpiùs membrana propria obvolutum extrinsecus *hilo* notatur, seu umbilico, aut vestigio funiculi, cujus ope adhæsit receptaculo: intus exhibet *corculum*, seu plantæ, compendium ex *plumula* ascendente, radicula descendente, et cotyledone seu lobo laterali simplici, aut gemino factum, nunc sæpius in semine segrex, nunc instructum *perispermo*, seu corpore distincto, partim aut pe-

nitùs ambiente, heterogeneo, qui perispermus fortassè munimento interiore utilis est. Sui compos semen novam inchoat vitam, feraci telluris commissum gremio; laxantur tunc meatus, emollitæ finduntur membranulæ, lobi discedunt, et dum subtus expedita succos imbibit radicula, crescit intus in caulem assurgens plumula, cui sugerunt escam lobi. Vertuntur hi sensim in *folia seminalia*, quæ plantulam adversus irruentia quævis protegunt, ipsique lympham tum propria suctione, tum à vegetiore radicula mutuatam parant, et colligunt, ne fatiscat. Sed nova evolvuntur folia, seminalia decidunt, inchoata perspiratione augetur radicis suctio, affluit humor: fibrarum exoriens fasciculus conoideus medullam à cortice separat, ligneumque format stratum, cujus apici insidet gemma fons surculi. Vere novo mucus quidam organicus, non aquæ miscibilis, corticem inter et lignum medius deponitur, fibrarum exordium constituens. Fibræ in cylindrum aut spiram contortæ, vasculorum infinitam componunt seriem: novi quotannis fasciculi nova strata formantes prioribus imponuntur; extensus invalescit cortex; gemmæ terminales ad latera repelluntur in ramulos producendæ: feliciter absoluto nutritionis opere, amplificata assurgit planta, luxuriantes pulchra fronde emittit ramos; exornatur floribus, et fructum maturat spem novæ prolis. Sed molliora sensim vasa terrei admixtione principii obdurescunt in fibras compactiores, quod aditum succis intercludit; hinc solida prævalent

fluidis, hæc suspensa sistuntur, illa rigescunt: pressa nimis aboletur medulla: pereunt radices et rami præclusis vasorum fasciculis, deciduntque. Mutilati corporis intima penetrat aer; fibrarum nexum dissolvit; terreas mollecculas dissociat glutine avulso, quæ solutæ in pulverem extenuantur; indè vegetantium finis."

526 Habes Jussæi verbis, parce detortis, descriptam plantarum genesim, vitam, interitum. Qui botanicis cognitionibus delectantur, ac singula plantarum organa pliniano stilo descripta cognoscere velit, laudati auctoris introductionem adeat, in qua post compendiarium hactenus traditam descriptionem, singula retractat, uberiùs explicat, pluraque hic intacta depromit. Juvat tamen Turnefortii, Linnæi, ac ipsius Jussæi methodos in plantis ad classes, genera, ac species reducendis, Jussæi ipsius verbis, resecatis tamen minus necessariis, tradere, ut præcipua botanices systemata, quæ scientia nunc in honore est, brevi complectamur.

527 Qui primus aptiora construxit genera, inquit Jussæus, Turnefortius in horto botanico, Parisiensis professor, ab anno 1683 ad 1708, primus etiam methodum rectè delineatam, antiquis longè præstantiorem, et botanicis acceptiorem exhibuit. Suæ fundamentum distributionis posuit in corolla, seu flore, utpotè manifestiore, apud vulgum præstantiore, et plurimus sufficiente characteres facilè observandos: scilicet existente aut nulla, simplici, aut intra calicem communem multiplici seu composita

monopetala, aut polypetala, regulari, aut irregulari. A veterum tamen institutis nondum omninò deflectens, antiquam proposuit herbarum et arborum distinctionem, non uni severè addictus parti, et dein classes herbaceas septemdecim, quinque arboreas protulit. Prima harum et illarum partitio datur in petalodes seu corolla instructas, et apetalas, eadem orbatas; secunda petalodum in simplices, et compositas; tertia simplicium in monopetalas, et polypetalas; quarta utrarumque in regulares, et irregulares; quinta ex diversa omnium forma deducitur.

528 At Turnefortius, ignota sexuum actione, stamina respuerat, quorum præsentiam posthac manifestam si novisset prius, ea certè in usum botanicum evocata perfectiori generum, et classium fabricæ attribuisset. Unicos in classibus delineandis stamineos characteres animadverterat Burckardus, in ea cogitatione subsidens. Ultra processit Linnæus, professor upsalensis, ab anno 1741 ad 1778, et confirmata organorum sexualium dignitate suum extruxit systema, sexuale dictum, qui characteres sectionum sæpius ex pistilo, classium semper ex staminibus depromit. In his perpendit numerum, et proportionem, et connexionem mutuam, et conjugationem cum pistillo, et quandoque situm: undè vigintiquatuor exurgunt classes, singulæ ratione numeri germinum, aut stylorum multipartitæ.

529 Sic priores undecim clases, numero staminum definito, (ab uno ad duodenarium,

undenario numquam existente) et appellatione græco-latina designantur, dictæ *monandria*, *diandria*, *triandria*, etc. ad *dodecandriam* usque. Ad *icosandriam* subsequentem referuntur stamina plura, sæpè viginti calici inserta: ad polyandriam adjunctam eadem verè indefinita, ac numerosa, calici non inserta. Habita dein ratione proportionis staminum, nominè *didynamiæ*, *et tetradynamiæ* seorsum adstant in classe decimaquarta, et quinta plantæ tetrandræ, et hexandræ, quarum stamina duo, aut quatuor, duobus ceteris longiora sunt. Postea perpensa eorum connexione filamentis in unum, aut duo, aut plura corpora, connatis, triplex datur classis, nempè *monadelphia*, *diadelphia* et *polyadelphia*; ex antheris in cylindrum coalitis unica eruitur *syngenesia* dicta. Ponè subit *gynandria*, cujus stamina cum pistillo concrescunt, aut eidem insident. Præterita in vicenis classibus florum hermaphroditorum, seu bisexualium serie, prodeunt unisexuales masculi, aut fœminei, quos nunc eadem planta profert in *monoecia*, nunc distinctæ plantæ gerunt in *dioecia*, nunc interdum quædam promiscuos habent cum hermaphroditis in *polygamia*. Congeruntur demum in *cryptogamia* plantæ, quarum flores, atque adeò stamina præ tenuitate nondum, aut minus innotescunt, obscurata simul sexuum actione. Classium diversæ sectiones plerumque definiuntur germinum, aut stylorum numero, communi horum, et illorum denominatione dictæ *monogynia*, *digynia*, *trigynia*, *polyginia*. Interdum distinguuntur floribus varie polyga-

mis; seminibus nunc *gymnospermis* nudis, nunc *angiospermis*, pericarpio tectis, fructu siliquoso, aut siliculoso; atque ipsomet staminum numero, dum classi designandæ non præfuit.

530 Systematis hujus, ut et præcedentis, aliæ sunt laudandæ partes, aliæ redarguendæ, Præ ceteris uniforme et accuratum et uni principio addictum omnes ex unica parte classicos eruit characteres, ita delineatos, et circumscriptos, ut facili negotio percipiantur, et plantis omnibus ordinatè distribuendis, ac sine præceptore agnoscendis conducat. Sed 1. systema tenuissimis innititur organis, oculo armato, et acu divellente (*cultri acie abinvicem separante*) tunc difficilius observandis. 2. Præterea arbitrarium est systematico more, dum multiplicatis classibus omnes earum designationes ex unica parte molitur desumere: tunc solidorum characterum penuria essentialibus promiscuè addit inconstantes, quos etiam utpotè numerosiores frequentius usurpat, prioribus plerumque neglectis. Si methodus facilis, et magis naturæ sequax judicetur perfectior, Turnefortiana ceteris præstat, utpotè naturales affinitates minus subvertens, manifestioribus usa signis, et in decursu expeditior. Linnæani systematis delineatio nonnumquam operosa, designationes interdum difficiles, et frequentior plantarum dissidentium connexio. Sed ipsum magis circumscriptum, certius definitum, signis innixum sedulò exaratis; et ex una parte primaria depromptis, numerosiore superbiens vegetantium agmine, sub iis ordinatim militante, et rarius

devio, meliore ditatum descriptione, ac nomenclatione, tum numerica, tum specifica, pluribus abundans commodis; ideò prævaluit universo ferè botanicorum consensu. Hæc autem systemata arbitrario constructa, scientiam exhibent fictitiam, non naturalem, et plantis non penitus cognoscendis, sed tantum compendiosè, et certò nominandis addictam. Habenda sunt igitur, quasi præludia botanica, aut repertoria aptè digesta, in quibus pacto ordine disponuntur plantæ, donec feliciùs iterata meditatione in seriem verè naturalem distribuantur.

531 Neminem præterit hinc plantarum ordinationis necessitas, illinc arbitraria ac imperfecta systematum hucusque ordinantium compositio, artificialis, non genuina, veris affinitatibus proferendis nullatenus accommodata, et utilem tantummodo verioris scientiæ prospectum exhibens. Hæc dudum quæsita ordinatio est *methodus* dicta *naturalis*, quæ omnigenas connectit plantas vinculo indiviso, et gradatim à simplici ad compositam, à minima ad maximam continuata serie procedit, quasi similis catenæ, cujus annuli totidem species, specierumve fasciculos repræsentant. Ex una parte quemlibet annulum cum duobus tantum vicinioribus cohærentem admittens, plantarum circumscribit affinitates: ex altera easdem amplificat et singulas species, aut genericas, classicasve ordinationes pluribus ambientibus æqualiter conterminas exhibet. Non valet impedimentum ex difficili principiorum naturalium investigatione deductum: ea enim extant plantis arctissimè

inhærentia, et cuique observanti facilè obvia, quæ duplici possunt explanari ratione.

532 Prima, et communior datur progressio ascendens à cognitis simplicibus ad composita incognita, et ex uniformi, et concisa observationum serie, vera absque gravi negotio eruuntur methodi naturalis principia. Sic noscitur primum species propriis definita signis, jubente primaria naturæ lege, qua "in unam speciem colligenda sunt vegetantia, seu individua omnibus suis partibus simillima, et continuata generationum serie semper conformia." Quæ autem in unam compellit speciem individua omninò parilia, eamdem specierum similium adjunctionem æquo jure lex determinat. Nimirum *consociandæ sunt species majore characterum numero conformes*: ac ideò dimovendæ, quæ pluribus differunt signis. Hæc prior connexionum ratio primam exhibet affinitatum trutinam, qua examinantur species quælibet in eumdem fasciculum congregandæ. Genus indè constituitur, specierum similium congeries, cujus tamen nulla traditur definitio certa, nec accurata constructionis præceptio, præcipuè in methodo naturali. Ea siquidem à systematica plurimum abludens, non strictos generibus limites assignat, sed omnes nexu insensibili connectit, species, servata affinitate, quas dein scientiæ concinnandæ causa, cæsuris ferè arbitrariis in distincta compingit genera, pluribus, aut paucioribus ad libitum ditata speciebus, et dicenda verè naturalia, dum affines non segregant, nec universam disturbant seriem.

533. Plurima insuper naturæ minus occultatæ vestigia passim impressa manent, observatorem non eludentia, ceteris persequendis, ac totius progressioni manifestandæ præ primis utilia. Nimirum extant genera quædam apprimè naturalia, nemine refragante, ut rosa, quæ est genus fruticosum, alternifolium, et stipulaceum, calice urceolato, quinquefido, pentapetalum et polyandrum, petalis, et staminibus calicis fauci insertis, polygynum germinibus in eodem calice latentibus, et singulis stylo laterali, ac stigmate simplici instructis, seminibus totidem calice baccato, corculo seminum recto, perispermo nullo. Singulæ generis species, præcedente designatione conformes, inter se discrepant calice ovato aut globoso, levi aut echinato, ejusdem divisuris modò partim appendiculatis, et partim nudis, modò rarus omninò nudis, petalorum formæ, et colore, et magnitudine, seminum figura, et numero, caule elato, aut humili, inermi, aut aculeato, foliis pinnatis, aut carissimè simplicibus, foliolorum numero, et forma, floribus solitariis, aut subcorymbosis etc.

534. Ex hac characterum enumeratione illud præcipuè observare licet, quod quum characteres habeantur, alii plerumque mutabiles, alii alternatim stabiles, aut varii, alii stabiliores, diversè ideo ordinandi sunt ratione constantiæ, et in recensione non numerandi, sed ponderandi, ita ut suus cuique constituatur gradus; et *unus constans pluribus inconstantibus, compar, aut superior evadat.* Qua ex lege alteri adjuncta:

consociandæ sunt plantæ majore characterum numero affines, integra pendet genuinæ plantarum distributionis norma. Qui pluribus æquipollet unus character, is in genere semper est uniformis; qui paucioribus valet, interdum; qui paucissimis, specie definiendæ tantum impenditur: indè foliorum situs inter characteres semistabiles ordinandus, genericæ nonnumquam distributioni prodest, æquo jure cum semistabilibus fructificationis signis.

535 Consimili modo, ac eadem lege nectenda sunt genera cognata, et in ordines congreganda. Hujus autem consociationis exempla in apertum conjiciuntur, favente natura; nempè ordines certò naturales, et spectatissimi, in systematicorum methodis sæpè indivisi, quales sunt gramineæ, liliaceæ, labiatæ, compositæ, umbelliferæ, cruciferæ, leguminosæ. Ut præcipuè specierum characteres constituendis generibus impenduntur, sic non omnia generum signa, sed constantiora tantum designandis ordinibus, priora meritò aptantur. Quo generalior enim extat plantarum ordinatio quælibet, eo paucioribus utitur signis definientibus; ea tamen præficienda, quæ præcipua, ac valentiora pluribus æquipollent infimis vilioribus. Hujusmodi characteres ex his tribus licet æstimare.

536 1. In singulis hisce ordinibus characteres dantur primarii, semper uniformes, seu essentiales, ex organis essentialibus depromptì, ut insertio staminum, seu florum, et pistilli mutua dispositio, situs corollæ staminiferæ, loborum numerus in corculo. 2. Alii secundarii

sunt subuniformes, seu generales; et exceptione tantum varii, ex organis non essentialibus, ideoque interdum deficientibus eliciti, ut existentia, aut defectus perispermii, et calicis, et corollæ non staminiferæ, ejusdem structura corollæ, utpotè monopetalæ, aut polypetalæ, mutuus calicis, et pistilli situs, indoles perispermii existentis. 3. Alii tertiarii semiuniformes, modò in ordinibus constantes, modò varii, tum ex organis essentialibus, tum ex aliis deducuntur; nempè ex calice mono aut polyphyllo, germine simplici, aut multiplici; staminum numero, et proportione, et connexione; fructus dehiscentia, et loculorum numero, foliorum, et florum situ, caule arboreo, aut herbaceo, aliisque, aut similibus, aut levioribus notis, quæ seorsum generibus distinguendis aptæ, simul definiendis ordinibus impenduntur.

537 Admissa trifaria characterum genericorum partitione, dispar ex iis deducitur generum affinitas, scilicet nulla ex solis semiuniformibus minoris notæ, mediocris ex iisdem constantioribus, aliqua ex subuniformibus, major ex uniformibus. Aliundè etiam in instituendis ordinibus verè naturalibus diversa cujuslibet partitionis est habenda ratio: genera enim in iis coordinata consentiunt necessario characteribus primariis, generaliter secundariis, plurimum tertiariis constantioribus, interdum iisdem instabilioribus. Sic in cruciferarum ordine primarii uniformes sunt stamina hypogyna et corculum bilobum. Secundarii sunt perispermii defectus, calix existens, et germini inferus, co-

rolla hypogyna, et polipetala, corculi radicula descendens, semina inserta duplici receptaculo laterali opposito. Tertiarii habentur calix tetraphyllus deciduus, petala quatuor calici alterna; stamini sex tetradynama, germen simplex, fructus siliquosus, bilocularis, bivalvis, folia alterna, flores non axillares. Tali characterum distributione facilis eruitur cruciferarum designatio; quæ methodus ad ceteros ordines designandos est transferenda.

538. Ut naturali nexu species in genera coeunt, et genera in ordinis compelluntur, sic continuata serie cognati ordines in eamdem concurrunt classem. Natura enim ab edicta sua non deflectens lege, diversos plantarum fasciculos in majoris semper colligit fasces, quos dein iterata sensim amplificatos connexione, omnes uno demum complexu coercet. Quod iterum inverso ordine revolvere expedit, non procedendo à simplicibus ad composita, sed à compositis ad simpliciora; quod ut præstemus: 1. Characteres in ordinibus plurimum, aut nonnumquam instabiles iis primario definiendis nullatenus inserviunt, quia signum in ordinatione partiali varium, in generaliori profectò non valet. Indè ablegantur partes, in generibus coordinatis, interdum, sæpiùsve non conformes, ut radix, caulis, et folia. 2. Primarii igitur characteres in partibus fructificationis, et præ primis in essentialibus delitescunt: indè minus curantur calix, et corolla, quia utrumque illud integumentum minus necessarium. 3. Exclusis calice, et corolla, jurè prodeunt organa sexua-

lia speciei propagandæ necessaria, et ipsi tunc essentialia. Hæc vera perfecti floris organa conspirant in generationem seminis, seu futuræ plantulæ. 4. Quo expleto munere, decidunt stamina cum stylis, ad id tantum utilia, ut seminis fœcundationem operentur, aut promoveant. Indè semen, aut rectius corculum, pars est in vegetante præcipua, ac generalior; quoniam entium vegetantium progeneratio summum est naturæ propositum, ex quo deducendæ sunt vegetantium divisiones.

539 Triplex è numero partium corculi (quod est cor, seu pars seminis (525) interior, in qua plantula delineata continetur), et ejusdem germinationis modo, eruitur partitio generalis, nempè *acotyledonum*, *monocotyledonum*, et *dicotyledonum* jam à nonnullis auctoribus celebrata. Indè ordines corculo similes, verè conveniunt plurimis signis in unum collectis, undè universalis plantarum divisio in modò dictas sectiones recta, ac inconcussa subsistit. Nam germen aut solum evolvitur sine lobis seminalibus, qui *cotyledones* dicti sunt, aut unico lobo instruitur, aut demum duobus lobis protegitur; indeque generalis illa emanat plantarum divisio in *acotyledones*, *monocotyledones*, ac *dicotyledones*.

540 Exhausto seminis penu, è partibus post ipsum præcipuis, ac essentialibus jurè deducuntur primi classim inferiorum characteres; ex organis nempè sexualibus, quæ ejusdem procreationi conspirantia necessariò præexistunt. Neglectis tamen inconstantibus horum chara-

cteribus, triplex est mutuus staminis, et pistilli situs; alterum enim alteri subjacet, aut ipsi juxtà ponitur: indè triplex præcipua staminum insertio; *epygina* supra pistillum, *hypogyna* sub eodem, *perigyna* parti pistillum ambienti, seu calici. Harum unaquæque ab aliis distinctissima, numquam iis permiscetur in eodem ordine.

541 Aliis subdita legibus quarta prodit insertio, nempè *epipetala;* interdum tribus prædictis insertionibus præcipuis seorsum consociatur in eodem ordine, in eodem genere, et etiam in eodem flore. Quum autem maxima sit corollæ cum staminibus affinitas, hæc dum ipsis non adhæret, minoris est momenti; dum contra, cum iisdem infra coalescit, tum quasi staminifera, ac subinde necessario existens, conversa in characterem essentialem cum tribus præmissis insertionibus seorsum convenit. Inde *stamina corollæ annexa habentur, quasi inserta parti tunc corollifera:* indeetiam triplex ipsiusmet corollæ staminiferæ diversissima extat insertio, nempè hypogyna, epigyna, et perigyna, in eodem ordine numquam promiscua.

542 Duplex igitur corollæ beneficio generalis habetur modus insertionum notandus sedulo, alter *immediatus*, dum stamina memorato triplici puncto immediatè affiguntur: alter *mediatus*, dum eidem adhærent, mediante corolla, quæ tunc ipsa est staminifera. Tres ideo præcipue sunt insertiones ab invicem omnino discrepantes, et in ordinibus numquam conjunctæ, quæ singulæ in duplicem dividuntur.

543 Perspecta staminum insertione, et statutis ejusdem legibus, facilis eruitur prima classium distributio. Acotyledones sexubus vix conspicuis, et obscurato staminum situ, indivisæ perstant. Tripartito scinduntur monocotyledones ratione insertionis epigynæ, hypogynæ, et peryginæ, non obstante corolla in iis semper deficiente. Similis ex triplici insertione deducitur trifaria dicotyledonum partitio, unaquæque complectens tum stamina uni floris puncto inserta, tum corollas staminiferas eidem puncto infixas. Inde septem prodeunt secundariæ classes, uniformibus organorum essentialium signis definitæ. Classium autem multiplicationi obstat characterum essentialium penuria. Corolla tamen staminibus affinis auxiliatrices potest notas addere, quibus novæ classes, aut classium præmissarum divisiones designentur. Huc propterea sunt revocandæ, primum duæ staminum insertiones supradictæ, altera *immediata*, altera *mediata*, quas non commiscere, ut in septenaria distributione, sed ab invicem sedulo distinguere expedit. Raris enim exemplis in eodem sociantur ordine, aut in eodem flore; et insuper mutata insertione, plerumque mutatur corollæ structura. Hinc facile iteranda sequens assertio: *corolla staminifera est simul sæpius monopetala.* Utriusque tanta est characteris cognatio, ut propemodum unus alterum prænunciet: insertionem igitur mediatam generatim designat corolla monopetala.

544 Essentialis in hac insertione habetur corolla, sed in insertione immediata dantur or-

dines alii apetales, alii petalodes. Raro corollatis intermiscentur ordinibus plantæ apetalæ; nec vulgò dantur ordines partim petalodes, partim corolla destituti. Non obstant idcirco classium rarissimæ exceptiones, quominus, classium multiplicandarum causa, corollati ordines ab apetalis secernantur, non neglecta staminum insertione, quæ tunc est aut absolutè, aut simpliciter immediata. Corollæ enim, seu fulcri intermedii defectus in apetalis absolutè determinat insertionem certo immediatam. In petalodibus autem fit simpliciter immediata, in mediatam aliquando mutabilis. Plantæ natura apetales, petalodes non evadunt; petalodes contra exuunt quandoque corollam. Inde in insertione absolutè immediata nulla unquam datur corolla, in simpliciter immediata fortuito deficere potest, sed sæpius existit, et tunc ex observatis plerumque est polypetala. Ergo generatim quasi characteres analogi, et alii aliorum prænuncii, habentur corolla monopetala, et insertio mediata, corolla nulla, et insertio absolutè immediata: ergo harumce insertionum signo interiori, rudique appellationi commodè, ac tutò subrogari potest manifestior character nomenque acceptius plantarum monopetalarum, polypetalarum, et apetalarum. Inde facilè delineatur methodus, ordines naturales servans integros, præcipuos corollæ characteres Turnefortianos exhibens, et præterea solido staminearum insertionum signo innixa: cujus indicem hic subjungimus.

Index methodi ordines naturales complectentis.

Acotyledones			Classis I.
Monocotyledones		Stamina hypogyna	II.
		perigyna	III.
		epigyna	IV.
Dicotydones	Apetalæ	Stamina epygiña	V.
		perigyna	VI.
		hypogyna	VII.
	Monopetalæ	Corolla hypogyna	VIII.
		perigyna	IX.
		epigyna, antheris connatis	X.
		epigyna, antheris distinctis	XI.
	Polypetales	Stamina epygina	XII.
		hypogyna	XIII.
		perigyna	XIV.
	Irregulares		XV.

Series ordinum naturalium.

Classis I.

1 Fungi.
2 Algæ.
3 Hepaticæ.
4 Musci.
5 Filices.
6 Najades.

Classis II.

7 Aroidæ.
8 Typhæ.
9 Cyperoidæ.
10 Gramineæ.

Classis III.

11 Palmæ.
12 Asparagi.
13 Junci.
14 Lilia.
15 Bromeliæ.
16 Asphodeli,
17 Narcissi.
18 Irides.

Classis IV.

19 Musæ.
20 Cannæ.
21 Orchides.
22 Hydrocharides.

Classis V.

23 Aristolochiæ.

Classis VI.

24 Elahniæ.
25 Thymeleæ.
26 Proteæ.
27 Lauri.
28 Polygoneæ.
29 Attriplices.

Classis VII.

30 Amaranthi.
31 Plantagines.
32 Nictagines.
33 Plumbagines.

Classis VIII.

34 Lysimachiæ.
35 Pediculares.
36 Acanthi.
37 Jasmineæ.

38 Vitices.
39 Labiatæ.
40 Scrophulariæ.
41 Solaneæ.
42 Borragineæ.
43 Convolvuli.
44 Polemonia.
45 Bignoniæ.
46 Gentianæ.
47 Apocineæ.
48 Sapotæ.

Classis IX.

49 Guajacanæ.
50 Rhododendra.
51 Ericæ.
52 Campanulaceæ.

Classis X.

53 Cichoraceæ.
54 Cynorocephalæ.
55 Corymbiferæ.

Classis XI.

56 Dipsaceæ.
57 Rubiaceæ.
58 Caprifolia.

Classis XII.

59 Araliæ.
60 Umbelliferæ.

Classis XIII.

61 Ranunculaceæ.
62 Papaveraceæ.
63 Cruciferæ.
64 Caparides.
65 Sapindi.
66 Acera.
67 Malpighiæ.
68 Hyperica.
69 Guttiferæ.
70 Aurantia.
71 Meliæ.
72 Vites.
73 Gerania.
74 Malvaceæ.
75 Magnolia.
76 Anonæ.
77 Menisperma.
78 Berberides.
79 Tuliaceæ.
80 Cisti.
81 Rutaceæ.
82 Caryophilleæ.

Classis XIV.

83 Sempervivæ.
4 Saxifragæ.
85 Cacti.
86 Portulaceæ.

87 Focoidæ.
88 Onagræ.
89 Myrti.
90 Melastome.
91 Salicariæ.
92 Rosaceæ.
93 Leguminosæ.
94 Terebinthaceæ.
95 Ramni.

Classis XV.

96 Euphorbiæ.
97 Cucurbitaceæ.
98 Urticæ.
99 Amentaceæ.
100 Coniferæ.

§. II.

Physica natura plantarum.

545 Fuerunt, qui plures ex plantis è putredine oriri existimarent, fermentatione particulas materiæ ita disponente, ut organa plantarum propria è fortuito concursu elementorum, partes similares copulante, aptè formarentur, per quæ deinde succis adrepentibus nutritio, ac vegetatio perficeretur vitæ plantarum necessaria. Peripateticorum id placitum fuit, quod ad insecta etiam extendebant, putredinem miram opificem confingentes operum, quæ nullus peritissimus artifex vel rudissimè imitabitur. Buffonium miror, qui fortuitas has productiones, præpropero judicio à physicis proscriptas, asseverat: quam tamen sententiam nimis properè ipsum tulisse, fortasse quis pronunciabit. Et quidem *si effectuum naturalium ejusdem generis eædem sunt causæ* (Phys. gen. 10), cur in generatione recondita aliquarum stirpium, et insectorum, ut ex præexistente semine, aut ovo

nascantur, hæc lex obtinere debeat, satis non video. Quare sit

446 Prop. "Plantæ omnes ex proprio semine nascuntur, quin ulla sit admittenda generatio æquivoca in natura rerum, quæ Physicam omnem perverteret. Prob. Vulgatissima est plantarum divisio in *arbores*, *arbusta*, seu frutices, *subarbusta*, et *herbas*. Arbores radice, trunco, ramis sursum protensis, constant. Arbusta trunco carent, emittunt tamen è radice copiosam ramorum progeniem, ut arbores è trunco solent. Subarbustum in eo tantum ab herba differt, quod hæc ultra annum vitam non producat; subarbusta longè majorem annorum seriem in vivis numerant. Jam constanti experientia edocemur, omnes plantas in vulgari hac divisione genericè contentas semina continere ex quibus earumdem progenies continenter perennatur. Quare igitur natura sibi discors à præfixa regula dissideat, æquivoca productione ductum suum deserens, fortuitum operandi modum consectatura? Quid quod plures temporis decursu detectæ sunt plantæ, quæ à putredine generari credebantur, in quibus semina reperta sunt speciem propagantia? In exemplum sint, tum muscorum innumeræ familiæ, quæ velut excretiones naturæ habebantur, eorum tamen semina introspexit diligens observator Linnæus; tum fungorum, quorum non solum detexit semen Duhamelius, verum jam nunc, ut ceteræ plantæ hortensis seminatione propagantur: algas Cestonus, filices Borbatius, fucos Reamurius, tubera Geofroyus,

seminibus species suas propagare compererunt; et quotidie à diligenti indagatione hujusmodi inventa multiplicantur, quæ vilipensum naturæ honorem ab æquivocis productionibus vindicant. Denique si fortuita mollecularum concursio, et attractio plantulas has degeneres educare potest, cur majores non potest? Sanè organa subtilioribus fibris coalescentia, vascula, tracheæ, succus tenuior, etc. ægrius concipiuntur formari, quam grandiores illæ partes arborum, quarum artificium, nescio quid, modo nostro concipiendi, repræsentat, crassiore minerva factum, ac rude magis.

547 Schol. Quæ hactenus disseruimus, nullo negotio ad insecta, vermes etc. transferuntur, ne eadem capite sequenti repetamus. Et insecta quidem, tenuissimis membris instructa majus quidam, atque elegantius in artificio ostentant, quam grandiores illæ moles, quarum compages à natura constanti seminum in ovis, aut patentibus, aut in utero materno inclusis, artificio elaborantur. Enimvero si est *in juvencis, est in equis patrum virtus, nec imbellem progenerant aquilæ columbam*, cur fortuita mollecularum concursio insecta, aut etiam quadrupedes, ut de muribus nonnullis placuit asserere, conformet, satis comprehendere non valeo. Qui animalcula infusionum quæ *microscopica* quidam appellant, ritè perpenderit, atque eorumdem exilissimas partes, cor, pulmones, venas, arterias, oculos, fibrasque hæc membra componentes, ac humores per ipsa circumlatos; mirari satis non poterit supremi horum in mi-

nimo portentorum Conditoris artificium, et potentiam, quæ non minus in illis, quam in creatione solis, planetarum ac siderum magnificentissimè splendet. Et dubitamus adhuc eo, quo cetera viventia à natura educantur, modo ipsa propagari? Mihi quidem facilius persuadebitur, ex putredine equum, taurum, aut leonem prodire, quam exilissima illa animalcula ab ipsa originem ducere.

548 At inquies 1. Videmus passim hujusmodi plantulas, idem dictum esto de insectis, ubique generari, quin ulla jacta fuerint semina, aut unde appulisse conjectemus. In ædibus, altissimis etiam turribus, atque alibi passim, plantas nasci aspectamus, quarum semina, neque quomodo ibi subsistere queant, mens humana comprehendit. Id etiam in animalculis infusionum, atque aliis insectis argumentum instauratur. R. Si omnia oculorum testimonio definienda forent, quæ obscuritate sunt involuta naturæ, pauca pro certis usurparemus: quoniam pleraque in physicis inductione magis, quam sensuum testimonio deducimus. Corpora in planetis collocata in centrum gravitare non vidimus, animalcula plurima ante microscopii inventionem penitus occultabantur, etc. dicesne aut illa ante hujus instrumenti inventionem non existisse, aut in planetis corpora centrum non affectare? Hujusmodi semina exilissima acies oculorum effugiunt, pluribusque modis à natura præparatis ultro, citroque feruntur, ut convenientem nacta situm, suum genus propagent. Neque argumentum satis validum est, nos

comprehendere haud posse, quomodo semina, aut ovula illuc deferantur, aut delata consistant, ut æquivocas esse productiones nulla cunctatione affirmemus. Hoc enim esset naturæ opificium intra sphæram nostræ mentis concludere, quæ quam exigua sit, atque intra arctissimos limites circumscripta, nisi nobis illudere velimus, fateamur, oportet.

549 Quod si opponas 2, mucorem ubique nasci, præsertim humido cœlo, etiam in his reconditissimis loculamentis ubi accessus aeri, ac seminibus nullus patet: R. mucorem vulgò inter plantas non accenseri, sed concretionem quamdam in superficie corporum formatam asseri, ut crustæ illæ sunt ex salibus, oleis, etc. in epidermide animantium ab excretione humorum è poris prodeuntium formatæ. Spalanzanus tamen affirmat se in mucore omnia veræ plantæ insignia rimatum esse, atque omnes ætatis mutationes ad maturitatem usque, quæ in veris plantis notantur, observasse; ita ut antheras, ac pulvisculum seminalem in ipsis contentum etiam introspexisse asseveret. Ex quo id pariter deducitur, hujusmodi semina tantæ exilitatis esse, quæ per tenuissimas rimulas aditum inveniant, ibique consistant, ubi convenientem humiditatem fermentationi excitandæ nactæ explicentur, ac suum genus, quod in varias partitur species, ab Spalanzano notatas, incommoda sanè fœcunditate promoveant.

550 Gravius adhuc negotium facessit oppositio à metamorphosi seminum in alias plantarum species; quæ citius nova disquisitio circà

plantarum naturam dici posset. Summa rei est, plura semina terræ commissa quandoque plantas, et fructus alterius speciei progignere; ut vulgatum est in America, semina pomorum, ad regiones calidiores delata, arborem et fructum *Guaiabæ* generare: petroselinum in apium, symbrium in mentham, ocymum in serpillum, triticum in regionibus borealibus in siliginem etc. rustici affirmant abire. Verum hujusmodi transformationes si probè expendantur, aliud nihil præferunt, quam variationem quamdam accidere solitam à succi nutritii, aeris, cœli, terreni etc. diversitate provenientem. In animantium regno id evenire frequentissimè satis novit, qui ad variationes in equis, canibus, ac ferè omnibus quadrupedibus, imò in specie ipsa humana, animum adverterit. Sanè Vallisnerius, ac Malpighius, pluribus institutis tentaminibus, vulgatam hanc plantarum metamorphosim inter Ovidianas relegare jubent. A *polline* etiam alterius in alteram plantam avolante, atque in pistillo floris fœminæ recepto, *ibridas* plantas generari posse, ex animalium ibridarum generatione satis novimus. Quare ejusmodi transformationes aliud nihil in natura stirpium præseferunt, quam quod, nullo mirante, in ceteris animantibus passim occurrit.

551 Rursus à degenere propagatione plantarum nullum contra præjactam assertionem dubium moveri potest, quod in animantibus similes explicatus non habeat. Certum quidem est, ramusculi in terram, aut in alterum ramum insitione, inoculatione, seu gemmæ in

gemmam alterius speciei insertione; inversis etiam ramis, ac in terram infossis, radicibus sursum erectis, plantarum sobolem promoveri. Quid tum? similes insertiones in polypis fieri, integra vita manente, ac postea sobolem propagantibus, auctor est Bonnetus: imo plures ex polypis per sui divisionem longitudinalem, ita ut qui unus fuerat, in duos discerpatur, sobolescere, idem auctor affirmat. Reaumurius item lumbricos, membratim disectos, in totidem suæ speciei individua abire comperit. Ac ferè nullum esse in plantis phænomenon, quod in polypis observatum non fuerit, ab Spalanzano, et Bonneto didicimus.

552 Demum à formatione seminis intra plantæ corpus argumentum etiam sumunt, ut à naturali fermentatione elementis naturali affinitate attractis, ac simul conjugatis, seu, uti dici consuevit, *combinatis*, semen à putredine fermentescente compingatur, ex quo plantula deinde consurgat. Aut enim in primo semine omnia futuræ in posterum prolis semina continebantur inclusa, quod systema *involutorum* seu *inclusionis* dicunt; aut in machina vegetante formantur. Primum quidem litem penitus dirimeret, incurrit tamen in maximas difficultates, quibus mens humana succumbit; quandoque etiam auget, partium amore in transversum acta, ut in calculo Buffonii, qui in *inclusionis* systemate hominem ad ovum sextæ generationis majorem rationem habere, quam habeat sphæra universi cum minima atomo comparata, notare licet. Hartzoekerus etiam calculum

profert, Vernejo lusitano teste, qui omnem fidem penè superat. Deducit enim, molem primi seminis ad exilitatem alterius, post sex mille annos evolvendi, majorem habere proportionem, quam illa sit unitatis cum triginta cyphris adjunctis ad solam unitatem; quod penè omnem vim imaginationis exhaurit. Quod si in corpore vegetabili, aut etiam animali, de quo idem instauratur dubium, tractu temporis semen evolvendum conformatur, cur fermentescens materia idem pariter architectari nequeat, satis non apparet.

553 En aliud ex inextricabilibus naturæ arcanis, quod humanum ingenium et arduitate opprimit, et perspicuitate deprimit: quum nihil ferè magis obvium sit, quam specierum tum vegetabilium, quum etiam animantium propagatio; nihil obscurum magis atque ejusdem generationis modus. Arduum quidem est concipere, jam in primorum parentum *ovario* totum genus humanum *complicatum*, ut epistolæ alteræ in alteris convolvuntur, aut vasa crystallina minora intra majora includuntur. A divisibilitate materiæ infinita auxilium petunt *involutorum* systematis propugnatores, ut maximam contra ipsum militantem difficultatem emolliant: quam quidem à tenuitate nostræ imaginationis plurimum augeri pronunciant. Verum si ad exilissimas partes, inquiunt, in quas materia distrahitur (Phys. gen. 53, et seq.) animum convertamus; minus hac organicarum mollecularum mutua inclusione phantasia nostra deterrebitur. Sanè ex observationibus mi-

croscopicis animalcula adeò exigua inveniri compertum est, quorum moles decies centies millies multiplicata vix arenæ granulum exæquet (Phys. gen. 55).

554 Hæc quidem bellè se habent. Sunt tamen alia in hac sententia explicatu difficilia, tum in plantis, quum etiam in animalibus, maximè post Tremblei, Bonneti, Spalanzani etc. de *polypis* investigationes. Omnibus obvia sunt in vitibus, cariophyllis, aliisque vegetantibus exempla propagationis per surculos. Unde igitur semina continebantur in surculo, quæ tot futurarum stirpium rudimenta continerent? Polyporum quædam portenta narrantur, quæ nisi publica auctoritate firmarentur, inter aniles fabulas non immerito releganda, pronunciare quis posset. Pauca hic delibare sufficiat. Si corpus polypi, quod sacculum oblongum refert, quandoque etiam chirothecas imitatur, pro diversitate ferè incredibili specierum hujusmodi insectorum aquatilium; si corpus, inquam, polypi invertas, ut saccum, aut chirothecam, eodem modo vivit, vegetat, ac procreat, ac si naturali situ remansisset. Quæ quidem procreatio, perinde ac illa plantarum, à surculis se propagantium, notatur: partes enim sacculi, aut chirothecæ spontè evelluntur, abeunt, alibique novam familiam eodem modo propagant. Avulsis tamen novæ propagines substituuntur; perinde ac surculos revulsos novi reparant in plantis. Mirandum tamem magis est, intercisione familiam augeri, nedum extingui: nam si sacculum in longitudinem cul-

tro ad medium usque diviseris; quo in plures ramos incisione separaveris, eo numerosiora capita hæc aquatilis hydria protulerit. Imò quot in partes membratim secando diviseris, tot polypos de integro generasse comperies.

555 Hinc alii *disseminationis* systema invenerunt, in quo præfatæ difficultates, si minus explanantur, emolliuntur quodammodò. Infinitam enim vim ovulorum per atmosphæram comminiscuntur dispersam, et quidem à mundi exordio: ex quo fit ut ab esculentis delata, in organa corporis à nutritione insinuantur, ubi pro cujusque individui partis, aut membri natura suæ speciei ovulum nacta debito modo fovetur, explicatur, augescit. Quare ovula hujusmodi in surculi organa per nutritionem delata, in gemmas, ramos, flores erumpunt, perinde ac si germen terræ commissum hæc omnia protulisset. Quod pariter ad polypos, aliaque insecta, quorum membra recisa iterum, bis, tertio, undecies etiam reproducta fuisse, asserit Bonnetus.

556 Non multum ab prædicto *disseminationis* systemate mollecularum organicarum Buffonii inventum abludere videtur, quot et generationes æquivocas, et naturales explicare conatur; quod quidem meo judicio Anaxagoræ partibus similaribus accenseri etiam posset; nisi philosophicis luminibus, ut magna erat Buffonii mens, ita inventum exornasset, quod planè aliud ab illo Anaxagoræ esse videatur. Mollecul æ itaque Buffonii sunt corpuscula quædam organis exilissimis instructa, quæ in cibo, et

potu, inspiratione etiam in penetrales corporis recessus per omnia sese insinuant, ac veluti per typos permeare compulsa, illorum formam recipiunt. Molleculæ vegetantis nutritioni superfluæ eo deferuntur, ubi semina futuræ proli inservientia formanda sunt, ex quorum conjunctione corpus illud mutua attractione compingitur, quod *embryo* dici consuevit. Nam molleculæ prius per typos corporis intromissæ formas omnes acceperunt, quæ ad formandum embryonem necessariæ sunt: atque adeò in communi receptaculo adunatæ suopte ingenio invicem abhærent, membraque respondentia coalescunt, ex quibus corpusculum integrum inde perficitur.

557 Porrò materia hæc organica non semper typos nanciscitur, à quibus in formam animalem, aut vegetabilem conformetur: quare à fortuita conjunctione cum aliis corpuscula quædam compingit se moventia, quæ animalcula sunt infusionum, aliaque in sanguine, ac humoribus animalium observata. Atque inde est, quod Buffonius meliore sensu, quam Peripatetici, generationes æquivocas asseruerit: à molecularum scilicet organicarum copulatione provenientes, quæ sunt tantum corpora se moventia, quæ non conformata intra typos corporum *organizatorum*, in diversas abeunt species prorsus æquivocas, atque à reliquis hactenus cognitis dissidentes. Commodissimè etiam in hac sententia exponuntur membra cancrorum sæpius reproducta, *polyporum* metamorphoses, monstrorum duplicata membra, alia-

que in regno animali, ac vegetabili observata portenta, quæ physicorum ingenia cruciant, qui exitum invenire possint.

558 Plura tamen sunt, quæ in hac sententia negotium facessunt, ac facilè quisque percipiet, si cum iis, quæ de materiæ inertia à physicis statuuntur, notionibus probè contulerit. A quo enim principio hæ molleculæ organicæ motum derivant? à materia? hæc prorsus iners quum sit, motum ex intimis principiis habere non potest. Ab attractione? non puto quid tale sustineri posse etiam ab hujus systematis assertoribus: motus quippè mollecularum generales attractionis leges planissimè pessundant. "Spiritusne intus alit, totamque infusa per artus mens agitat molem?" Sunt igitur viventia, quod Buffonius non videtur admittere. Enimverò admittere debebat, si quæ de animalculis infusionum accepimus comperta, inter fabulas non relegantur. Nam et obstacula declinare, se invicem appetere, ac devorare, sui similes progignere, ac demum interire, observatum fuisse legimus. Atque in parvis quidem anguillis, quæ in aceto etiam oculo nudo observantur, quæque inter infusionum animalcula jure optimo queunt recenseri; hæc omnia nullo negotio quilibet notare potest, si patienter, quæ ab ipsis geruntur in parvo illo mari, observare non gravetur. Et comperisse refert Bonnetus tum in animalculis infusionum, quum etiam in anguillis in aceto natantibus, ea omnia ibi geri, quæ in mari magno à piscibus præstari scimus, variaque ipsorum figuras in corpus-

culi conformatione imitari naturam; quæ veluti in parvo luderet, innumeras aquatilium species veluti in oceano comprehendit.

559 Ad typos alio modo explicatos confugit Monteirus, organicis molleculis refutatis; *modulos* ipse vocat, atque in hunc sensum mentem suam exponit. Humanum ingenium in id cogitando devenit, ut modulos et formas arte construeret, qui essent infinitorum operum typo planè similium exemplar, ut artifices satis intelligunt. Quid ergo de infinitæ intelligentiæ Artifice cogitandum? Non possunt à Deo animantia et vegetantia corpora eo ingenio fieri, ut alia aliorum similium corporum formæ, et moduli existant? Ut fluida materia per mirabilia organicorum corporum vasa præterfluens, sui moduli formam inducat, et corpus organicum evadat naturali typo planè simile? De re mechanica, et materiali ab auctoris ingenio unicè pendente agitur: quare si de possibilitate tantum agatur, res est planè confecta. In hac rerum hypothesi vera sunt sequentia totidem rei suadendæ argumenta. Illæ in primis evitantur sententiæ, à quibus mens humana spontè avertitur; humana scilicet corpora nostrarum animarum opus esse; vi plasticæ materiæ, attractioni, atomorum ingenio tribui, aut tandem alia in aliis fuisse omnia involuta. Et hoc alterum. Tertiò Deus unus est, et statuitur unica totius rei causa, quin vel semper agat, vel omnia à principio formans alia aliis involverit. Maternis vegetantium, aut animantium corporibus purum instrumenti munus, et virtus

quoad rem præsentem relicta est.

560 Huic argumento ex possibilitate desumpto, aliud majoris forsitan momenti accedit. Id verò est triplex illa similitudinis species in vegetantium, et animantium regno constans. Ab arbore v. gr. arbos tantum germinat et generatur. Datæ speciei planta aliam tantummodò ejusdem speciei modulo perfectè similem producit. In humana tandem, ut in ceteris animantibus, filii patrem, aut matrem, aut utrumque figura, colore, forma referunt. Triplex hæc similitudo generis, speciei, accidentium, problemata enimverò et quæstiones explicatu et intellectu maximé difficiles in hac una modulorum ratione solvi posse videntur. Nam si vegetantia, et animantia corpora naturales moduli generandorum corporum existunt; facilè intelligo, et puræ sunt positi principii consequentiæ. Rem in typis humana arte formatis passim videmus, in quibus fusum opus typo dissimile evadere non potest.

561 Tandem in hac modulorum sententia verum est, à qualibet planta plantam sui generis produci, vim iis inesse, similia sibi vegetantia generandi; sementem in iis contineri sui plantarum generis, neque tantum continere, sed ipsas præterea esse sui generis semina: quæ quidem Moysis locutiones sunt, primam nobis rerum constitutionem tradentis. Quo tamen pacto moduli hicce sunt ordinati? Omnesne, aut aliquæ tantum corporis partes eo funguntur munere? quænam verò illæ? Has, et alias hujusmodi quæstiones, quæ ab omnibus solvi de-

bent, tunc solum erimus solvendo pares, quum intimam et penitissimam organorum anatomiam, et structuram detegemus. Quidquid in contrarium opponi potest, ad id reducitur, quod penitiorem modulorum structuram ignoramus, malum mortalibus omnibus commune.

562 Habes præcipuas de generatione vegetabilium atque animantium sententias, quas satius duximus ad plantas referre, quam in animalium generatione explanare. Rebus tamen perpensis, atque omnibus, quæ pro illis stabiliendis afferuntur, ponderatis momentis, id unum deducere licet; generationis modum unum esse ex innumeris naturæ arcanis, quæ humani ingenii superant aciem. Abstinendum quidem est à temerè confingendis hypothesibus, quæ aut nihil explicant, mysteriumque mysterio penitiore involvunt; aut aliis verbis id exponunt, cujus demum explicatio maximè desideratur. Utique laudanda sunt humanæ mentis conamina, ut si fieri possit, reluctantis naturæ aliqua rimemur arcana: incerta tamen pro certis intrudere, id demum est, et sibi, atque aliis illudere: ut meritò cum Terentiano illo Davo seriò conqueri possimus: "Adeone videmur vobis esse idonei, in quibus sic illudatis?"

CAPUT ULTIMUM.

De animantibus physicè consideratis.

Quæ de animantium consideratione metaphysica dicenda occurrebant, Dissert. 3. Metaphys. tradidimus: superest tantum ea explanare, quæ ad physicam constitutionem corporis animalis, seu ejus species, structuram, œconomiam pertinent, ut philosophicæ tractationi finem tandem aliquando imponamus.

§. I.

Animantium diversæ clases.

563 Quid sit *animal*, omnibus notissimum est, quin opus sit definitione rem notam facere, quæ solo nomine audito, ab omnibus satis intelligitur. Et quidem à sensatione animalia à lapidibus et plantis discernere, adeo cuique obvium est, ut nihil magis. Generalior animantium partitio in *rationalia*, et *rationis expertia* vulgatissima est. Porrò in prima homines tantum in altera clase ceterorum sensibilium genera omnia comprehenduntur: quadrupedia nimirum, volatilia, amphibia, pisces, insecta, et vermes, in quibus genus omne animantium concludit Linnæus. Quadrupedes pedibus gradiuntur; volatilia gressui alas addunt, quibus per aera feruntur; amphibia aquas, ac superfi-

ciem telluris, velut solum nativum, æquè incolunt, utroque aeris, et aquæ elemento vitam ipsorum promovente, in quo à piscibus differunt, et terrestribus; quæ uno tantum elemento gaudent ad vitam producendam; hæc aere, alteri aqua submersi. Insecta sunt animalcula diversis incisuris, aut loculamentis in corpore notata, ut apes, muscæ etc. atque ex eo præcipuè à vermibus discriminantur, qui continuo ductu corpus distendunt. Vulgò tamen insecta, et vermes promiscua habentur. Ad vermium classes accensentur *zoophita*, seu plantæ animales, ut sunt *polypi*, quin uni loco ferè semper affixi, plantarum immobilitatem imitari videntur. Ad zoophita *testacea* relegant plures: quæ quidem sunt animalia corpus testa quasi lapidea includentia, in quo à *crustaceis*, seu rectius *crustosis*, differunt, quæ corpus crusta cornea, aut membranacea protegunt, ut testudines.

564 Schol. Magna dissensio antehac de coralliis vigebat, quæ inter plantas post Marsilium plerique recensebant; postea tamen, accuratioribus institutis tentaminibus, in zoophitis numerantur. Sunt enim corallia, observante Elisio, ac Donato, vermium casulæ invicem superimpositæ, quæ in ramos discedunt quod occasionem erroris obtulit Marsilio, corallia inter plantas computandi; præsertim postquam vermium brachiola, aut capita, ut limaces solent, extrà casulas exporrecta, quasi flores essent arboris marini, videre sibi visus fuit.

565 Demum animalia à nascendi modo in *ovipara*, ac *vivipara* tribuuntur. Ovipara incubatione, aut calore ova fovent, ex quibus proles, maturato fœtu, excluduntur; nec enim omnia ovipara ovis incubant: at in loco convenienti collocata, alieno calori fovenda permittunt, ut testudines, pulices, cetera. Vivipara fœtus vivos edunt, gestatione in utero incubationis vices gerente. Equidem gestatio in viviparis non est nudi corporis in utero educatio; at involucris corpusculum tegitur, intra quæ proles formatur, increscit, perficitur. Itaque non injuria dixeris, omnia animalia ex ovo generari. Discrimen unum est, quod vivipara, rupto in materno viscere ovo, fœtus edunt nudos; ovipar putamine involutos partus calore postea formandos, alendos, maturandos educunt, ob fines sapientissimè ab Auctore supremo sibi præfixos, quos rimari difficile non est attentè naturam contemplanti.

§. II.

Animalium, ac præcipuè humani corporis structura.

566 Corporis animalis partes generaliore divisione consideratæ sunt *fluida*, et *solida*, è quibus integra machina coalescit, mutuo sibi auxilio vicem rependentia, ut fluida nutritione foveant solida, hæcque illa contineant, ac promoveant. Fluidæ partes sunt *chylus*, *lac*, *sanguis*, *serum*, *lympha*, *spiritus animales*, *mucus* ad os

ac nares defluens, qui pituita etiam audit, succu *stomaticus*, seu *pancreaticus*, et *gastricus*, *saliva*, *urina*, *semen*, *bilis*, ac humores diversi ex prædictorum fluidorum permixtione conflati.

567 Ex his peculiari attentione digni sunt *chylus*, qui ex puriore alimentorum parte formatus, lac refert albedine, ac fluiditate: ex eo sanguis oritur, ejus colore circuitione per arterias, ac venas in rubrum commutato. Porrò in sanguine *cruor*, et *serum* præcipuè notantur, particulæ nempe rubræ, ac flavescentes, quæ in sanguine extrà corpus emisso, atque in vase condensato, distinguimus. In sero partes segregandæ per urinam, et sudorem continentur; imo pituita, ac lympha ex ipso etiam separantur.

568 Inter partes solidas secernere primum oportet *similares* à *dissimilaribus*; hæ à similaribus proveniunt, quæ simplices in suo genere habentur: tales sunt *fibræ*, *arteriæ*, *venæ*, *nervi*, *membranæ*, *cartilagines*, *musculi*, *tendines*, *ligamenta*, *pinguedo*, *glandulæ*, *ossa*, *pili*, *ungues*. *Fibræ*, quæ reliquarum partium elementa dici queunt, sunt fila tenuissima, quæ aliarum, quas componunt, partium naturam induunt; quare carneas, nerveas, osseas, membranaceas etc. distinguere licet, prout fert partis indoles, quam conformant. *Arteriæ* sunt canales elastici, qui sanguinem è corde profluentem devehunt, continua pulsatione ipsius circuitionem adjuvantes, ut ad *venas* deferatur; quæ sunt flexibiliores canales in plurimos divisi ramos, à quibus sanguis ad cor restituitur, peracto per integrum corpus circuitu.

Nervi sunt funiculi albicantes, fermè cylindrici, tenuissimis canalibus, ut plerisque arridet pertusi, quibus spiritus animales, ac succus nerveus deferuntur. Quadraginta nervorum paria recensentur, quorum decem à medulla cerebri oblongata, triginta alia à medulla spinali proveniunt; sive ut ait Caldanus in institutionibus physiologicis: "ex cerebri et cerebelli medulla, ac præcipuè ex oblongata novem educuntur nervorum paria, satis nota, triginta verò paria ex medulla spinali." *Membranas* fibræ suprapositæ tamquam pelliculæ, aut lamellæ compingunt. *Cartilagines* ossibus molliores reliquas partes duritie superant, suntque maximè flexiles, elasticæ, ac politæ. *Musculis* præsertim motus animalium perficitur: sunt enim textura quædam ex fibris, arteriis, nervis etc. communi involucro membranaceo protecta, quæ contrahitur, ac dilatatur facillimè. Musculi extremitates sunt *tendines*, et quasi musculi appendices, quibus ossibus annectuntur. *Ligamenta* os ossi connectendo præcipuè inserviunt. Quid vero sint *ossa* omnibus satis notum est: *periostio* intus et extra convestiuntur, membrana scilicet acutissimi sensus nervulis præcipuè intertexta, à quibus subtilis ille sensus derivatur, quum ossa penitus sensu destituantur, ut ceteræ partes, quæ nervis non accensentur, in quibus facultas inest sensationes ad cerebrum transmittendi. Ossa, dentibus comprehensis, ad 304 in corpore humano numerantur. Denique *glandulæ*, (ut *pinguedinem*, *pilos*, *ungues*

mittamus, omnibus abundè cognita) glandulæ inquam, humoribus à sanguine secernendis præcipuè inserviunt, suntque glomerosæ quædam texturæ ex nervis, arteriusculis, venutis agglomeratis et convolutis, undique tamen pertusis ad secretiones peragendas.

569. In partibus dissimilaribus primum considerandæ veniunt communia corporis integumenta, quæ sunt *cuticula*, *epidermis* græcè dicta, *cutis* et *membrana adiposa*. Epidermidem subtilissima texit membrana innumeris foraminibus, quæ sunt corporis pori ad transpirationis materiam emittendam destinati. Epidermidi firmiter adhæret cutis, quæ infinitis fermè nervulorum, venarum etc. filamentis contexitur, in qua præcipua sedes coloris epidermidis residet; quoniam etiam in æthiopibus epidermis à cute separata alba conspicitur. Initium etiam sensationis à papillis nerveis ad cutem, seu *corpus reticulare* Malpighii pertinentibus, derivatur; cuticula enim prorsus insensilis notatur, qua detracta, sensatio vehemens oritur à levissimo etiam contactu producta. Cutis crassities diversa est pro animalium diversitate: imo in eodem corpore pro partium varietate crassitiem auget, aut minuit. Cuti adjacet membrana adiposa, innumeris loculamentis adipem includens, à sanguinis crassioribus particulis ibi depositis confectum.

570. Hæc communia integumenta peculiaria membra contegunt, quæ commoditatis causa in quatuor partes tribuuntur: *caput* sci-

licet, *truncus*, *viscera* et *artus*: *brachia*, *crura* et *pedes* inter *artus* censentur. Quin omnes minusculas partes recenseamus, quæ anatomicorum inspectioni subjacent, nec externas, quæ oculis ab omnibus usurpantur, *cranium* ovalem fermè exhibens figuram extrinsecus quidem convexam, interius concavam, compaginibus firmissimis *suturis* annexis consurgit. In cranii intima cavitate cerebrum residet alibi jam descriptum, cum partibus ad peculiares sensus spectantibus, ac inibi sedem habentibus, prout occasio se obtulit illorum functiones explicandi: quare ad alias inferiores partes exponendas descendemus.

571 Colli pars anterior *jugulum* dicitur, posterior *cervix*: per collum reliqua membra cum cerebro communicant, *spina dorsi* motiones ipsis impressas transferente. Porro spina dorsi est columna ossea, flexilis, à collo usque ad anum protensa, 24 *vertebris* superimpositis constans; quibus illud nomen obtigit, eo quod versatiles sint ad dorsi inflexiones peragendas. Vertebris *os sacrum* annectitur, cujus appendix est *os coccygis*, ubi explicit spina dorsi in homine; in animantibus verò caudatis cauda hujus ossis est productio. Ex præfatis 24 vertebris septem in collo, duodecim in dorso, reliquæ in lumbis sedem habent. Per jugulum trachæa, sive *aspera arteria*, et *œsophagus* faucibus adhærent: prima ita dicta, quod anulis cartilaginosis invicem connexis formetur, inspirationi ac expirationi servit; aeremque intromissum per *bronchia* seu ca-

nales duos, in quos discinditur, ad pulmones defert, postea in expiratione emittendum. Ab œsophago, seu *gula*, cibi, ac potiones ad ventriculum, seu stomachum transmittuntur, postquam in ore, dentibus, lingua, palato agentibus macerantur, ut sine offensione organi descendant in stomachum ulterius immutanda. Plures sunt fibræ, arteriæ, venæ etc. prædicta organa componentes, quarum enumeratio ad anatomicos pertinet.

572 *Thorax* è *pectore*, et *dorso* conformatur, lateribus utrumque connectentibus: exterius costis, et dorsi vertebris, tamquam fulcris compingitur, *pleura* intus circumvestitur; quæ est membrana levis, robusta textura donata, tensa costisque firmiter adhærens; thoracem in duas dividit partes, pulmones circumplectentes: quæ in longitudinem divisio *mediastinum* vocatur. Viscera præcipua consideratione digna in thorace contenta, sunt *cor*, *pulmones*, et *vasa sanguinea* singillatim describenda.

573 *Cor*, primum mobile machinæ animalis, è cujus alterna contractione, ac dilatatione, quæ *systole*, ac *diastole* dicuntur, functiones vitales derivantur, est musculus, carnea substantia compactus, rubrum colorem referens, ad conoideam figuram accedens, media plicatura à membrana, quæ *septum cordis* dicitur, in duas divisus partes A, R (fig. 44) quæ ventriculi cordis dicuntur; atque ab eorum positione *sinister* ac *dexter* audiunt, sinister quidem minor, sed capacior,

et firmior RB in postica thoracis parte situs est: dexter verò grandior, at mollior, et angustior AB ad anteriorem partem recedit; ita tamen ut cordis situs nonnihil ad sinistram pectoris regionem deflectat, ut ab ejus pulsationibus satis dignoscimus. In quolibet cordis ventriculo vasa duo, sanguinis circulo inservientia, notantur E, G, H, I: ex quibus sanguinem excipientia è corde profluentem arteriæ sunt G, I, valvulis instructæ, ne in diastole, seu dilatatione cordis, sanguis ad ipsum refluat; quod idem in venis accidit, in contractione regressum sanguinis in ipsas valvulis prohibentibus.

574 Sanguinis autem per integrum corpus circuitus hoc modo perficitur. In systole, seu contractione cordis sanguis per *arteriam pulmonarem* I dextri ventriculi ad pulmones emittitur, in duos primum divisa ramos, qui in plures subindè partiuntur: simul ex sinistro ventriculo magna arteria G *aorta* nuncupata, per duos canales, seu arterias, in quas dispescitur, sanguinem excipit distribuendum partim capiti per ramos aortæ ascendentes, partim cordi per *coronarias*, quæ ipsi alendo nutrimentum deferunt. Arteriæ hujusmodi in minores ac minores ramos continenter divisæ, eo subtilitatis deveniunt, ut in arterias capillares tandem desinant, ubi venæ, sensu contrario semper augendo, incipiunt, quæ arteriarum cum venis conjunctio *anastamosis*, rectius *anastomosis* dicta, transmissioni sanguinis ex arteriis in venas deservit. Nam venæ capillares ab arteriis pariter or-

tæ, sensim dilatantur per insertionem in alias majores venas, ut rivuli in flumina solent, quæ demum in tres majores abeunt. *Vena* quidem, *porta* dicta, in hepate innumeros ramusculos venarum ex abdomine, seu infimo ventre, provenientes excipit, atque in *venam cavam* EF exonerat, quæ demum in dextrum cordis ventriculum dilatationis seu diastoles tempora sanguinem deponit. Vena demum pulmonaris H ab arteriis sanguinem eodem modo recipiens, ad alterum cordis ventriculum diastoles tempore exonerat, iterum cursum incepturum, à cordis contractione in arterias propulsandum.

575 In fœtu, in utero materno concluso, res aliter se habet. Nam pulmonibus nondum aerem exipientibus, respiratio nulla esse potest ab inspiratione proveniens: quare circulus per arteriam pulmonarem non fit, sed sanguis per foramen ovale inter dextram ac sinistram *cordis auriculas* C, N situm, ac per canalem arteriosum, quæ duo in fœtu tantum has functiones exercent, ad cor refluit: fœtu verò in lucem edito, sanguinis circulus modo nuper descripto per pulmones fieri incipit: unde *foramen ovale*, et *canalis arteriosus* occluduntur.

576 Schol. Sanguinis circulationem antiquis cognitam fuisse, contendunt plures. Mihi sanè librum de *Ira* legenti in Seneca perspicuè videre visus sum sanguinis circulum descriptum, perindè ac si hoc tempore opus exarasset. Non adeo clarè rem indicare Tullius

in lib. de Div. cap. 52, innuere tamen videtur. "Num igitur censes ullum animal, quod sanguinem habeat sine corde esse posse?" Quidquid autem sit de græcis, ac latinis, certum est inter sinenses ab antiquis ductam temporibus hanc opinionem invaluisse. Contentio tota ad recentes Europæ litteratos devolvitur, quum asserant plerique, ab Harveo anglo, anno 1628 detectam fuisse, renuentibus aliis ac Fabio de Aquapendente, quem Harveus audivit Patavii, vel Cisalpino, aut Paulo Sarpio inventionem asserentibus. Lampillas, ac Dutensius Michaeli Serveto, hispano, ante prædictos cognitam fuisse circulationem sanguinis contendunt. Dutensius quidem postquam toti antiquitati cognitam fuisse, continenti auctorum citatione probare conatus est, ad Servetum deveniens, ipsius verba in annotatione transcribit è libro de *Christianismi restitutione*, cujus unicum exemplar in bibliotheca ducis de la Valliere asservabatur, unde ipse desumpsit. A Serveti seu Reves testimonio luculentissimè probatur, aut Harveum aliosque ab ipso circulationem hausisse; aut quod ferè usuvenit, à pluribus idem inventum originem habuisse, ut de maculis solaribus, aliisque notum est, quin alteri ab alteris mutuaverint inventores. Legesis Dutensium tom. 2, *de Origine inventionum recentibus addictarum*, part. 3, cap. 1.

577 Integumento quodam, *pericardion* dicto, cor protegitur. Est autem pericardium membranosum involucrum humore seroso ple-

num, cordis humetactioni deserviens, illiusque motum faciliorem efficiens. Pericardion cum corde inibi incluso amplectuntur *pulmones*, plurali numero dicti, eo quod è duabus partibus, quas *lobos* appellant, hoc membrum compingatur. Eorum substantia spongiosa est, mollis, innumeris vasis sanguineis, ac vesiculis intertexta, et ferè totum thoracem adimplens. E pulmonibus dexter majore mole donatur, atque in tres minores lobos dispescitur: sinister è duobus tantum lobis formatur. Omnibus notum est à pulmonum motu reciproco respirationem perfici, è cujus modificatione vox, et loquela proveniunt: quare secundum cor pulmones præcipuum functionum vitalium organum habentur.

578 Ab *sterno*, seu pectoris osse medio, totam ejus longitudinem occupante, *diaphragma* incipit distendi, ut superiorem regionem thoracis ab infima ventris disterminet, ad lumborum usque vertebras protensum. Substantia carnosa, ac nervosa membranam diaphragmatis componit; quæ duobus foraminibus pertusa, aditum progrediendi præbet venæ cavæ ad sinistrum latus, œsophago ad dextrum.

579 *Abdomen* infimam regionem occupat, viscera complectens, quæ partis animalis seu vegetabilis munia obeunt, ut prædicta in thorace contenta vitales functiones exercent. *Peritonæum*, quod est flexilis, densa, et inæqualiter crassa membrana, totam abdominis cavitatem complet, ac pleraque viscera in eo contenta convolvit: ipsum tamen œsophagus per-

meat è parte superiore; ab inferiore autem *intestinum rectum* transcendit.

580 Viscera insigniora in abdomine contenta, sunt *ventriculus*, seu *stomachus*, *intestina*, *mesenterium*, *omentum*, *lien*, *pancreas*, *jecur*, *renes*, *vesica*, *et partes genitales*. *Ventriculus* est saccus membranaceus, elasticus, utrem utcumque referens, superiore orificio œsophago connexum, è quo alimenta ab ore transmissa recipit, quæ jam immutata, per *pylorum* expellit, secretionibus factis in inferioribus vasis, ulterius promovenda per *intestina*, *mesenterium*, ac reliqua viscera inferius posita. Sunt intestina canales vacui à pyloro descendentes, tortuosi, ac per mille anfractus ad anum usque pertingentes, ut fœces à secretione rejectæ è corpore expellantur. Partes in intestinis à diversa figura diversis nominibus insignitæ sunt. *Duodenum* pyloro connexum est, quod à 12 digitis longitudinis nomen mutuavit, *jejunum*, à vacuitate ita dictum, quia vis receptam alimenti massam ulterius promovet, atque ad *ileum* longissimè protensum transmittit. Tria hæc intestina, aut ejusdem diversa conformatio, *tenuia* apellantur, eo quod exiliora sint inferioribus statim nominandis; quæ idcircò *crassa* dicuntur: suntque *cæcum*, ab ileo proveniens; *colon* amplitudine reliqua superans, è cujus irritatione dolores colici nomen habuere; ac *rectum*, quod ad anum pertingit, ductu recto descendens, ut fœcium expulsio facilior evadat.

581 *Mesenterium* est crassa, pinguisque membrana innumeris arteriusculis, venulisque

referta, quæ intestina tenuiora complectitur, uti sunt *venæ lacteæ*, seu emulgentes chylum usque ad *pecqueti cisternam* ,seu *receptaculum* deferentes, ut indè ad venam, *subclaviam* dictam, sanguini commiscendus ascendat per *ductum thoracicum*, ac *vasa lymphatica*. *Omentum*, *epiploon* etiam dictum, est membrana satis crassa, et adiposa, intestina ac viscera contegens, ut molliter distendantur. *Lien*, seu *splen*, è sinistro ventriculi latere, hepati contrapositus, quasi æquilibrii servandi causa, substantiam refert inter rubrum, ac nigrum colorem vasis innumeris contextam, quibus cum rene sinistro, diaphragmate, omento, ac pancreate communicat. *Pancreas* autem est glandula oblonga in parte ventriculi postica, à duodeno ad lienem protensa; in cujus medio canalis quidam notatur *succum pancreaticum* ad duodenum transmittens. *Jecoris*, seu *hepatis* substantia satis cognita in animalibus, rubro ad nigredinem accedente colore insignis, in duos lobos, seu partes, ut pulmones, dividitur. Jecoris munus præcipuum est bilem è vena porta à sanguine secretam recipere in vesicula *cystis* dicta, undè postea per *ductum cysticum* in duodenum descendit, ciborum concoctionem perfectura.

582 *Renes* phaseoli figuram referunt, in extremitate costarum, ubi lumbi incipiunt, collocati. Ex ipsis ductus, seu canales duo, *ureteres* appelati, ad vesicam usque procedunt, urinam ibi deposituri. *Vesica* porrò est vas pyriformam induens, è qua, musculorum contractione sese corrugante, urina collecta, et re-

tenta ab *spinthere*, ne exeat injussa, exoneratur per *uretram*, seu canalem ad eam continendam destinatum. Huic etiam membra generationi inservientia, seu partes genitales adjacent, pro sexus varietate diversa. In fœminis præter hactenus descripta membra, *uterus* in infima ventris parte situs est, in quo fœtus concipitur, alitur, ac tempore suo in lucem editur.

583 Demum *artus* sunt membra corporis, quæ extra truncum protenduntur, ut *brachia* et *pedes*. In brachio humerus scapulis connectitur, qui est pars *lacerti* superior, cujus infima pars *cubito* aptatur, ubi brachium flectitur. A cubito ad *manum* os, *ulna* dictum, pertingit, cui alterum brevius, *radius* vocatum, adjacet. In manu *carpus*, *metacarpus* ac *digiti* insignes sunt: *carpus*, ubi incipit manus, *ulna* prominentior est: quatuor ossibus, ut etiam *metacarpus* seu *vola* manus, conformatus; è quo digiti originem ducunt, quorum nomina sunt *pollex*, *index*, *medius*, *anularis et auricularis*. In pede tres partes insigniores sunt; *femur*, *tibia*, ac *pes extremus*: *femur*, seu *crus*, trunco media coxendice annectitur, ipsique inseritur, osse firmissimo ad machinam sustentandam donatum, atque ad genu descendente; ubi *tibia* cruri articulatione connectitur, ut ferè lacerto respondeat crus, cubito ac ulnæ *genu* et *tibia*, manui pes.

§. III.

De digestione, ac nutritione.

584 Quæ de respiratione animali occurrebant dicenda, art. 175 præmissimus, ubi commodior illa explanandi locus se obtulit; aeris notionibus præjactis, meliùs intelligenda: quarè tantum *digestio*, ac *nutritio* explicanda remanent, quæ animantium præcipuæ functiones sunt, machinam animalem augentes à conceptione ad statum perfecti incrementi, jacturam transpirationis omni tempore reparantes, ac molem, continua vitalium, atque animalium partium functione attritam, submisso nutrimento restaurantes. Citò enim machina animalis dissolveretur, si detrimenta à respiratione (176), interno ac externo membrorum attritu, et numquam interrupta transpiratione continenter accepta, subindè non repararet.

585 Cibus itaque dentibus incisoribus comminutus, molaribus contritus, saliva humectatus, ac in massam, lingua ac palato agentibus, conversus, per pharingem ad œsophagum, atque indè in stomachum descendit, prævia illa præparatione ad fermentationem dispositus. Fermentatio in ventriculo pluribus de causis concipitur. 1. Saliva in cibo commixta optimè fermentationi deservit, ut in massa fermentum. 2. A ventriculi compressione, motu peristaltico facta, succus ex ipsius glandulis exprimitur, idcircò *gastricus* dictus, qui cibis sa-

liva jam ad fermentationem dispositis commixtus, ulteriùs fermentationem promovet. 3. Calor stomachi massam ita præparatam inveniens, in eam se insinuat, aerem rarefacit, qui è vinculis mollecularum, qui in quibus complicatus jacebat, erumpens, cibum ampliùs adhuc attenuat. 4. Musculi abdominis, ac diaphragmatis comprimunt ventriculum, è cujus motu massa illa in eo contenta tandem ad formam lactis reducitur, prima, ut ita dicam, digestione peracta.

586 Chylus hic crassior ad duodenum perlatus, à succo pancreatico, ac bile magis magisque attenuatur, fluidiorque efficitur, et purior ejus pars à venis lacteis emulgetur, quæ quum subtilissimæ sint, nonnisi purioribus, ac subtilissimis chyli particulis aditum patefaciunt: ceteris crassioribus intestinis permissis, per quæ pondere suo, ac viscerum motu vermiculoso, partibus oleosis, pinguibus, ac lubricis coadjuvantibus, usque ad intestinum rectum delabuntur suo tempore ejicienda, ob idque *excreta* seu *excrementa* dicuntur. Intereà verò ab spinthere ani retinentur, ne injussa prolabantur; donec magna copia collecta, partim à pondere, præcipuè verò à salibus, parietes intestini vellicantibus, animal ad illorum expulsionem sollicitant.

587 Diverso modo urinæ secretio perficitur; hæc enim sanguinis non chyli defæcatio est. Sanguis enim à chylo plurimis particulis salinis, nitrosis, sulphureis etc. inficitur, quæ ad renes delatæ, una cum sero superfluo per-

colantur per glandulas ad id destinatas, è quibus per plures minusculos ductus ad ureteres deferuntur, qua ad vexicam fit transitus, ubi deponuntur ab spinthere retenta donec expellantur, eo modo quo de excrementis fieri anteà monuimus. Monteirus tamen ex prompta post cibi sumptionem urinæ depositione, alios etiam canales ad vesicam aut urctes urinam deferre suspicatur, quæ cibi depositio aut excretio sit, in prima digestione peracta.

588 In varias abierant sententias physici, ut digestionis causam explicarent. Alii enim à tritu musculorum; álii fermentationi, aut solutioni; alii denique causis simul agentibus hanc functionem animalem tribuerunt. Præcipuam tamen ad digestionem virtutem à succo gástrico repetendam esse, experimenta ab Spalanzano instituta luculenter demonstrant. Huic succo virtutem inesse *antisepticam*, seu corruptioni oppositam, idem auctor suis experimentis detexit. Et hæc quidem ad digestionem.

589 Nutritio autem sic perficitur: sanguis à chylo innumeris particulis inficitur, quæ quum nutritioni ineptæ sint, partim per urinam secernuntur, exterius emittendæ, partim transpiratione sensim ac sine sensu per poros abeunt, vasa deplentes superfluo humore, qui si persisteret, ea nimium oneraret. Porrò in humorum ac sanguinis circulatione è majoribus canalibus ad angustiores liquida continenter transeunt à supervenientibus subinde protrusa, ut ulterius progrediantur. In hac majorum, ac minorum canalium vix interrupta expansione

plurimæ particulæ abraduntur, ac proinde cum reliquo fluido permixtæ abeunt, in secretione ope transpirationis expellendæ per poros, aut alios meatus secretorios. Perspicuum itaque fit machinam animalem interno attritu perituram nisi partes abrasæ subinde nutritione repararentur novarum partium adjunctione.

590 Maxima autem difficultas in eo vertitur, ut novarum particularum copulatio ad leges physicæ explicetur, quod non parum negotii facessere candidè fateri debent, qui nulli addicti systemati, rem, seposito partium amore, considerant. Qui ad affinitates peculiares recurrunt, atque ad Anaxagoræ partium similarium (Phys. gen. 28) opinionem accedunt, faciles sibi aditus aperiunt ad difficultatem enodandam. Nam partes alimentorum similares cum aliis similibus ab affinitate copulantur: unde substantia ossea ex alimentis in chylum; atque inde in sanguinem delata, ad ossa deveniens, ab affinitate cum illorum substantia eisdem adjungitur. Quod pariter dicendum venit de reliquis corporis membris à sanguine enutritis: unde partes deperditæ hoc modo restaurantur.

591 Quidquid autem sit de hujusmodi affinitate, quæ si minus vera naturæ lex sit, certè per commoda est ad plures effectus explanandos, illud à Boerhavio assertum simile vero existere, non inficiabor: materiam nimirum proximè nutritioni inservientem esse *succum nerveum* aut ipsi simillimum, qui una cum sanguine elaboratus, cum ipsaque per totum corpus discurrens, atque in exilissima etiam vasa pene-

trans, deperdita elementa restaurat: aut si corpus augmenti capax sit, ut à conceptione ad adolescentiam augeri videmus, molem etiam promovet nutritione.

592 Equidem ab experimentis à Malpighio in ovo incubato captis, indubium videtur, in ovo substantiam nutriciam albumen esse, aut humorem maximam partem albumen componentem, à quo *punctum saliens*, sit dictum, quia in ovo ab illo motus incipit vitalis, continenter alitur, crescit, atque ad maturitatem perducitur. Porrò in sanguine humor, etiam huic simillimus deprehensus est: qui postquam perfectè elaboratus à continua secretione, ac motu circulationis sanguinis fuerit, eodem modo, ac albumen ovi, ad ignem concrescit, albumque colorem induit.

593 Huc adde substantiam corporis solidam maximam partem nervosa materia componi. Vasa enim, fibræ, musculi, membranæ, cartilagines, ossa, si partes liquidas, quæ majorem partem ipsa componunt, seposueris, exigua pars residua in nervosam materiam resolvitur, ita ut elementarem substantiam corporum materiam nerveam jure dicere possis. Quare his veris stantibus, nutritio animalis, quemadmodum illius à conceptione incrementum, ab hac nervea materia in sanguine elaborata, ac per circulum in omnes etiam exilissimas partes membrorum transducta, repetenda esse videtur.

594 Ceterum à primis fœtus incrementis substantia hæc penè fluida sensim incipit concrescere, ita ut in infantibus recens natis vel ossa

mollia adhuc sint, nedum flexibiliora alia membra, quæ in adulta ætate ossibus molliora notantur, qui status planè indicat, substantiam nervosam quotidie magis magisque concrescere; tum adjunctione aliarum partium de novo advenientium, tum etiam calore sensim, ut in ovi albumine fit, indurante. Idcircò membra etiam mollissima sensim ætate rigescunt, donec, corpore senescente, cartilagines, musculi, membranæ etc. duriora, velut ossea materia evadant, ac motui resistant, transitumque substantiæ nutrienti penitus intercludant.

595 Corol. Indubium itaque fit, machinam animalem etiamsi nullo morbo tentaretur, neque extrinsecus causa aliqua ejus dissolutionem sollicitaret, ab intrinseca constitutione aliquando tandem corruptum iri. Etenim substantia illa tenuissima, quæ fœtum in utero, ut pullum in ovo alere incipit, sensim auget, atque ad perfectam maturitatem perducit, altumque postea nutritione conservat, simul etiam disponit, ut iisdem gradibus ad suum interitum deveniat; quod alio sensu à regula juris adhibitum hic etiam tenet effatum: *per quascumque causas res nascìtur, per easdem dissolvitur.* Sapientissimè id quidem à divino Opifice, ut cetera alia, in vegetantium, animantiumque ævo dispositum fuit, ut æquis passibus et eorum conservatio, et interitus procederent, ac rerum vicissitudo, uniusque in alteram transformatio, quæ universi perennitatem conservat, animantium, ut omnium etiam, quæ mundus alit, sit initium, et finis.

596 Ceterum tam digestionis, quam nutritionis in omnibus animantibus non eadem est ratio: quoniam plurimæ sunt in ipsis dentium, ventriculi, ac intestinorum varietates. Magnam tamen analogiam inter dentium numerum ac dispositionem, et formam ventriculi intercedere, refert auctor *Elem. Phys. ad subalpinos*, quod à Buffonio fortassè mutuavit. Nam quadrupedes, qui dentibus incisivus in utraque maxilla sunt instructi, ventriculum membranaceum, ut homines, habent. Qui dentes incisivos in maxilla inferiore tantum obtinent, ruminantia sunt, quadruplicique stomacho gaudent; ac ut plurimum cornibus instructi apparent, ut pecudes.

597 Aves etiam valdè differunt à dispositione ventriculi. Nam carnivoræ membranaceo ventriculo instructæ sunt, in quo ope potentissimi succi gastrici in aliquibus avibus etiam ossa solvuntur; quin etiam metalla duriora, ut struthiocamelus ferrum, ab ipsis digesta comperimus. Admirandum tamen est, observante Reaumurio, potentissimum hoc menstruum semina, imò et fructus intacta relinquere: dum granivoræ citissimè ab ingluvie prius macerata, ventriculo musculoso dissolvunt.

598 Enimvero in verminibus adeo irregularis est ventriculus, ut polypi totum corpus in hoc membrum transformatum esse videatur. Sunt enim ad modum sacci formati polypi, eademque apertura, qua cibos ingerunt, regerunt fæces postquam celerrima digestione, fortasse per totum corpus distributa, quum nullum

peculiare membrum ad id destinatum in ipsis observetur, alimenta dissolverint. Nutritio enim celerrima est, apparetque in granulis coloratis per totum polypi corpus latè dispersis. Qui plura de hoc argumento velit, Spalanzanum, ac Bonnetum adeat, qui plura et utilia et curiosa congesserunt ad regnum vegetabile et animale præcipuè spectantia. Nobis satis hæc erunt pro institutionibus elementaribus philosophiæ, quas tamquam pignus memoriæ ac amoris ad concives nostros mittimus, à quibus medio ferè orbe disterminamur.

FINIS TOMI QUARTI.

INDEX CAPITUM.

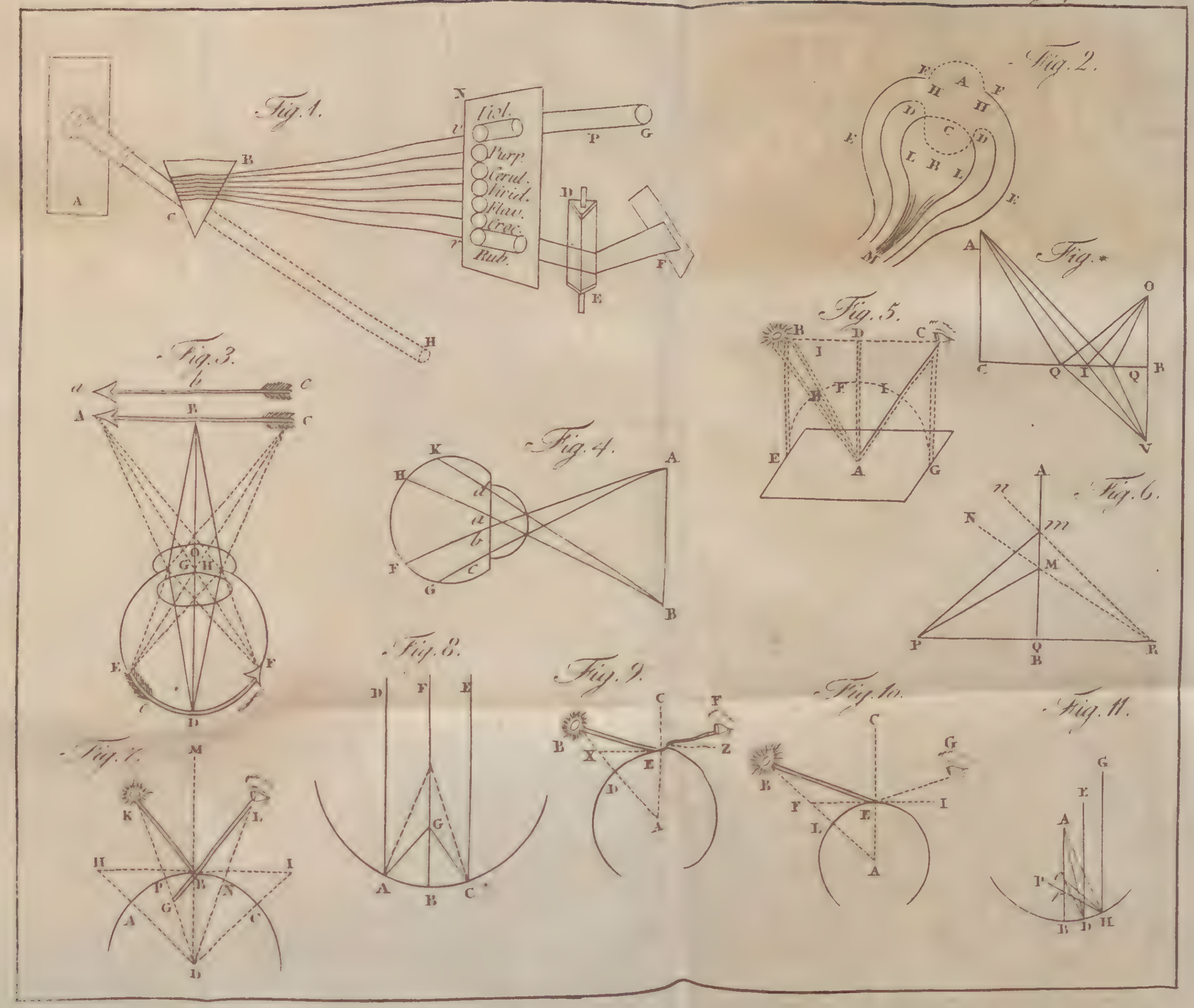

Fig. 1.
Viol.
Purp.
Cærul.
Virid.
Flav.
Croc.
Rub.
Fig. 2.
Fig. *
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 26.

Fig. 25.

Fig. 33.

Est. E.S.E. Sud Est. S.S.E. Sud. S.S.O. Sud Ouest. O.S.O. Ouest. O.N.O. Nord Ouest. O.N.O. Nord. N.N.E. Nord Est. E.N.E.

Fig. 32.

Fig. 3.

Fig. 27.

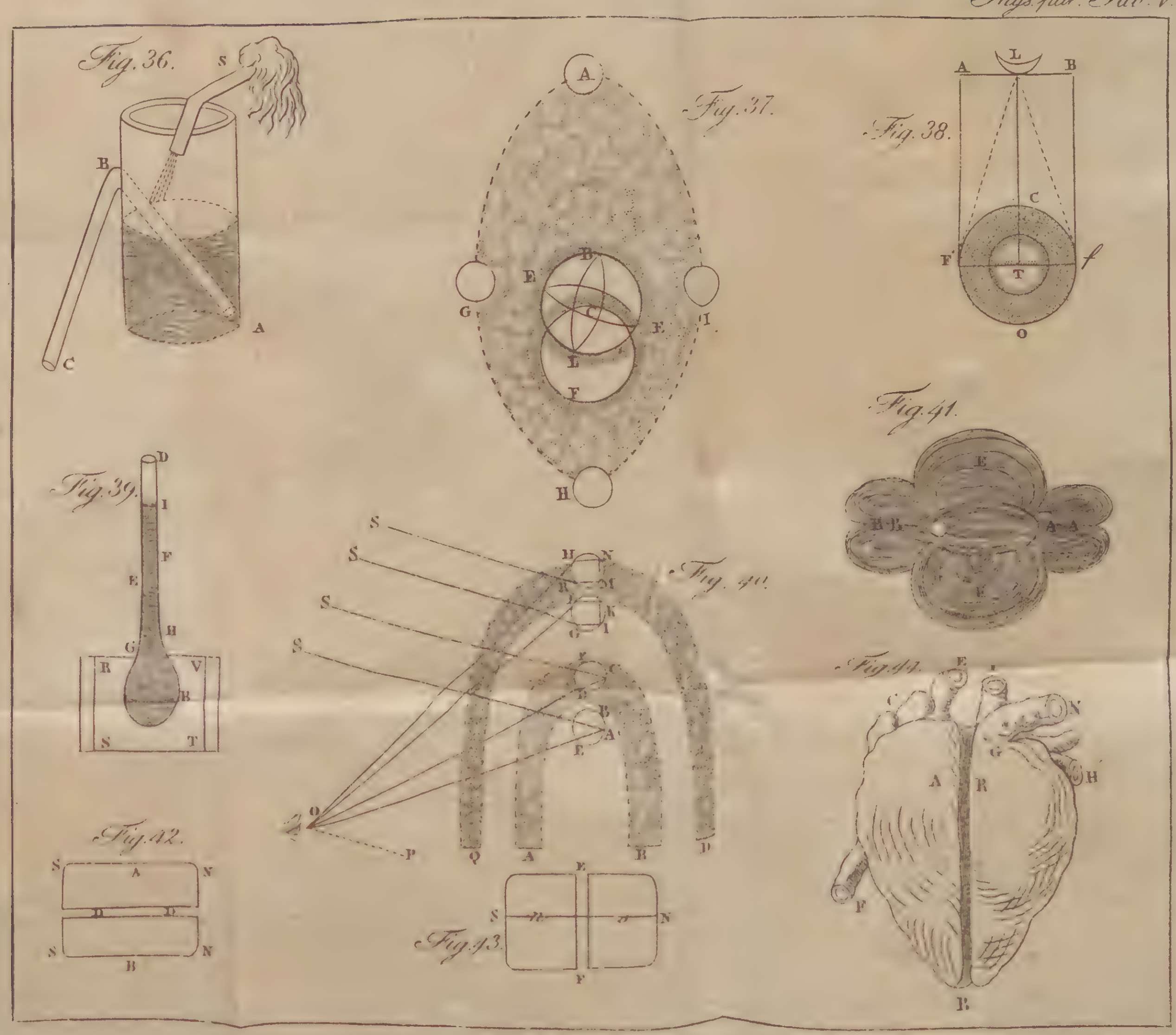
Fig. 30.

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 34.

Fig. 31.


Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.





colorchecker CLASSIC

mm

calibrite